

2014

Instituto Politécnico de Coimbra

INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DE COIMBRA

Indicadores para a Caracterização de Níveis de Segurança Rodoviária — Análise de Casos de Interseções

**MESTRADO EM ENGENHARIA CIVIL,
ESPECIALIZAÇÃO EM CONSTRUÇÃO URBANA**

AUTOR | Vânia Martins Serra

**ORIENTADOR | Prof.^a Doutora Carmen de Jesus
Geraldo Carvalheira
Prof. Doutor Silvino Dias Capitão**

Coimbra, dezembro 2014

Indicadores para a Caracterização de Níveis de Segurança Rodoviária – Análise de Casos de Interseções

Dissertação apresentada para a obtenção do grau de Mestre em
Engenharia Civil – Especialização em Construção Urbana

Autor

Vânia Martins Serra

Orientadores

Prof^a. Doutora Carmen de Jesus Geraldo Carvalheira

Docente do ISEL

Prof. Doutor Silvino Dias Capitão

Professor Coordenador do DEC-ISEC

Coimbra, dezembro de 2014

AGRADECIMENTOS

Uma tese de Mestrado envolve muito trabalho individual, devido à sua finalidade académica, porém as pessoas/entidades que se envolveram neste projeto merecem ser destacadas. Por esse motivo, expresso aqui os meus mais sinceros agradecimentos:

Ao Professor Silvino Capitão, Professor Coordenador do Departamento de Engenharia Civil do Instituto Superior de Engenharia de Coimbra, pelo acompanhamento em todas as fases do trabalho, bem como os conselhos, discussões construtivas, correções e sugestões importantes realizadas durante a orientação. Soube sempre ter a palavra certa, e no momento certo, em alturas de alguma incerteza, considerando-o como um amigo.

À Professora Carmen Carvalheira, Professora no Instituto Superior de Engenharia de Lisboa, pelo tempo que disponibilizou para me ajudar com o Sistema de Informação Geográfica (SIG), bem como a ajuda que me ofereceu com o *software* escolhido. Mesmo estando longe, grande parte do tempo, acompanhou bastante de perto todos os procedimentos envolvidos, opinando e fazendo sempre críticas construtivas.

À minha querida amiga Filipa Moura que também esteve sempre envolvida e que me ajudou na recolha dos dados. Quero também agradecer-lhe pela calma que sempre me transmitiu no decorrer da dissertação e que possibilitou tornar este caminho mais fácil.

Ao Subintendente da Polícia de Segurança Pública (PSP) Nunos Dinis que se mostrou sempre disponível em partilhar a informação necessária; à Autoridade Nacional de Segurança Rodoviária (ANRS) pela base de dados dos acidentes registados no triénio em estudo e à Metro-Mondego (MM) pelos dados do volume de tráfego que foram determinantes para o trabalho.

A todos os meus amigos que, longe ou perto, me deram força para terminar a minha tese de Mestrado. Em especial aos meus queridos amigos Henrique, Telma e Sara.

Ao Pedro, meu namorado, pela paciência e carinho com que me acompanhou nesta fase da minha vida e pelo tempo que dedicou a ler a minha tese de Mestrado.

À minha avó Josefa pelas palavras de conforto e pela confiança que depositou em mim durante este percurso.

E em especial aos meus pais que me acompanharam e apoiaram incondicionalmente em todos os momentos deste percurso. Além disso, quero-lhes agradecer também pela imensa paciência que demonstraram, sobretudo quando nem sempre tudo correu como eu tinha previsto. Sem eles, a concretização desta tese não seria possível!

Vânia Martins Serra

Coimbra, dezembro de 2014

RESUMO

Com o decorrer dos anos a sinistralidade rodoviária tem vindo a decrescer. Porém é necessário continuar a apostar na melhoria dos indicadores.

O trabalho inicia-se com uma revisão bibliográfica de enquadramento, de modo a evidenciar os aspetos relacionados com a avaliação da segurança rodoviária e as eventuais medidas mitigadoras.

Determinaram-se alguns indicadores que foram utilizados para medir a sinistralidade rodoviária em interseções em meio urbano, tendo-se como estudo de caso a rede da cidade de Coimbra, de 2010 a 2012. Para isso, recorreu-se ao ArcGIS 10.0 que é um Sistema de Informação Geográfica (SIG), utilizando a base de dados facultada pela Autoridade Nacional de Segurança Rodoviária (ANSR), complementada com informação dos acidentes recolhidos pela PSP de Coimbra.

Consideraram-se na análise as vias com 4 ou mais acidentes em pelo menos um ano. Após georreferenciação dos acidentes rodoviários, o SIG permitiu visualizar a sua distribuição na rede, bem como associar a cada um deles o esquema do acidente disponibilizado pela Polícia de Segurança Pública.

Os procedimentos envolvidos nas análises dizem respeito ao Índice de Gravidade (IG) e ao Valor Hierárquico do Local (VHL). Por se ter verificado que o VHL traduz melhor o desempenho em termos de sinistralidade em meio urbano, foi este o parâmetro utilizado para identificar as interseções sobre as quais deveria incidir a atenção da entidade gestora da rede. O VHL é determinado com base no número de ocorrências, na gravidade dos acidentes e no volume horário de tráfego, tendo-se considerado a informação de sinistralidade de duas formas distintas: dados de forma agregada no triénio; e dados separados para cada um dos anos.

De forma a comparar de forma simples o desempenho das interseções, fez-se a normalização da variável VHL de modo a ser possível assinalar as interseções com níveis de desempenho de 1, 2, 3, 4 ou 5. Nesta escala, 1 corresponde ao melhor desempenho e 5 refere-se ao pior desempenho. As interseções identificadas com o nível 5 e 4 devem ter uma atenção privilegiada por parte da entidade gestora por serem as que revelam pior desempenho.

A metodologia utilizada pode ser aplicada a redes viárias de aglomerados urbanos desde que se disponha de dados de acidentes em três anos consecutivos e seja possível fazer a sua georreferenciação, sendo também necessários dados de volumes horários de tráfego, os quais podem ser obtidos por contagens em vários pontos da rede.

PALAVRAS-CHAVE: Segurança rodoviária, meio urbano, interseções, Sistema de Informação Geográfica (SIG), Índice de Gravidade (IG), Valor Hierárquico do Local (VHL).

ABSTRACT

Over the years, road accidents have been decreasing. However, it is necessary to continue improving the indicators.

The study begins with a literature review, in order to identify the aspects related with the assessment of road safety and possible mitigation measures.

Some indicators were determined to measure road accidents at road junctions in urban areas, using the road network of Coimbra, from 2010 to 2012, as case study. This was carried out by using ArcGIS 10.0, which is a Geographic Information System (GIS), based on the database provided by the National Road Safety Authority (ANSR) and complemented with information on accidents collected by the PSP (Police) of Coimbra.

Sections with 4 or more accidents in at least one year were considered in the analysis. After geo-referencing the road accidents, the GIS enabled us to see its distribution on the network as well as associate to each of them with the sketch of the accident provided by PSP.

The procedures involved in the analysis concern the Severity Index (IG) and the Local Hierarchical Value (VHL). Because it was found that VHL better represents the performance of sections regarding accidents in urban areas, this parameter was used to identify the road junctions on which the network administration should focus its attention. VHL is determined based on the number of events, the severity of accidents and the hourly traffic volume, taking information into account in two different ways: three years of data as a whole; separate data for each year.

In order to compare the performance of road junctions simply, the variable VHL was normalized allowing us to identify the road junctions with performance levels of 1, 2, 3, 4 or 5. On this scale, 1 represents the best performance and 5 represents the worst performance. The road junctions identified with level 5 and 4 should have more attention from the municipal administration as they show the worst performances amongst all.

Since three consecutive years of accident data are available and geo-referencing of accidents is possible, this methodology can be applied to road networks in urban areas. Data on hourly traffic volume are also necessary, which can be obtained from counting at various network points.

KEYWORDS: Road safety, urban areas, road junctions, Geographic Information System (GIS), Severity Index (GI), Local Hierarchical Value (VHL).

ÍNDICE

ÍNDICE DE FIGURAS	xi
ÍNDICE DE FIGURAS DE ANEXOS	xiv
ÍNDICE DE QUADROS	xv
ÍNDICE DE QUADROS DE APÊNDICES.....	xvi
SIMBOLOGIA E ABREVIATURAS	xvii

1. INTRODUÇÃO E ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO 1

1.1. Enquadramento.....	1
1.2. Objetivos e Metodologia do Trabalho.....	2
1.3. Estrutura da Dissertação	3

2. AMBIENTE RODOVIÁRIO EM INTERSEÇÕES EM MEIO URBANO..... 5

2.1. Considerações Iniciais	5
2.2. Hierarquização em Interseções do Meio Urbano	5
2.2.1. Cruzamentos com prioridade à direita	6
2.2.2. Cruzamentos prioritários.....	7
2.2.3. Cruzamentos giratórios	8
2.2.4. Cruzamentos com sinais luminosos.....	10
2.2.5. Cruzamentos desnivelados.....	11
2.2.6. Escolha das tipologias.....	12
2.3. Sinalização.....	13
2.3.1. Princípios básicos da sinalização	13
2.3.2. Sinalização vertical	14
2.3.3. Marcação rodoviária	15
2.3.4. Triângulo de visibilidade	16
2.4. Características Funcionais do Pavimento.....	18
2.4.1. Irregularidade.....	18
2.4.2. Textura e Atrito.....	19
2.5. Considerações Finais	24

3. ASPETOS GERAIS DO ESTUDO DA SEGURANÇA EM INTERSEÇÕES EM MEIO URBANO 25

3.1. Considerações Iniciais	25
3.2. Identificação dos Pontos Conflitantes nas Interseções	25
3.3. Pontos Conflitantes de Acordo com a Geometria.....	25
3.3.1. Cruzamentos Prioritários.....	26
3.3.2. Rotundas.....	29
3.3.2.1. Aspectos Gerais a Considerar no Dimensionamento das Entradas das Rotundas.....	31
3.3.3. Soluções semaforizadas.....	34
3.4. Indicadores de Sinistralidade em Meio Urbano.....	36
3.5. Medidas de Apoio à Segurança nas Interseções	38
3.6. Elementos Físicos de Acalmia de Tráfego em Meio Urbano nas Interseções.....	39
3.6.1. Estrangulamentos nas Interseções	39
3.6.2. Barreiras em Interseções	40
3.6.3. Interseções Elevadas.....	41
3.6.4. Lombas	42
3.7. Medidas Aplicadas aos Cruzamentos de Nível.....	43
3.7.1. Canalização de tráfego em cruzamentos	44
3.7.2. Rotundas.....	47
3.7.3. Redimensionamento das Interseções de Nível	49
3.7.4. Desalinhamento dos Ramos nas Interseções de Nível	49
3.8. Análise de Bases de Dados Existentes na Avaliação da Sinistralidade nas Interseções do Meio Urbano.....	50
3.9. Considerações Finais	51

4. DEFINIÇÃO DA BASE DE DADOS E GEOREFERENCIAÇÃO DE ACIDENTES NA REDE DE COIMBRA 53

4.1. Considerações Iniciais.....	53
4.2. Recolha da Informação de Acidentes.....	53
4.3. Estrutura da Base de Dados de Acidentes.....	55
4.4. Organização da Informação de Acidentes Recolhida	57
4.4.1. Tratamento dos dados de acidentes recolhidos para a cidade de Coimbra.....	57
4.4.2. Georreferenciação dos acidentes	58
4.5. Análise da Informação Recolhida	60
4.5.1. Dados de tráfego	60
4.5.2. Hierarquização viária.....	61

4.5.2. Volume de tráfego.....	62
4.6. Considerações Finais	65

5. ESTUDO DAS INTERSEÇÕES COM RECURSO A UM SIG..... 67

5.1. Considerações Iniciais	67
5.2. Indicadores de Sinistralidade Rodoviária na Cidade de Coimbra	67
5.2.1. Índice de gravidade (IG)	67
5.2.2. Gravidade (G).....	70
5.2.3. Valor hierárquico do local (VHL).....	70
5.3. Análise Geral de Acidentes em Interseções na Cidade de Coimbra.....	71
5.4. Análise das Interseções para o VHL Calculado para o Triénio de Forma Agregada (<i>Buffer</i> de 40 metros).....	73
5.4.1. Avenida Doutor Bissaya Barreto com a Rua Aníbal de Lima (I_1).....	75
5.4.2. Rua da Figueira da Foz com a Rua de Aveiro (I_2)	76
5.4.3. Avenida Emídio Navarro com a Ponte de Santa Clara (I_3).....	77
5.4.4. Avenida Emídio Navarro com a Rua da Alegria (I_4)	78
5.4.5. Rotunda da Avenida Fernão de Magalhães com a Rua Padre Estevão Cabral (I_5)	79
5.5. Análise das Interseções para o VHL Calculado para os Três Anos Separadamente (<i>Buffer</i> de 40 metros).....	80
5.5.1. Rua do Brasil com a Rua Dom João (I'_1).....	83
5.5.2. Rotunda Avenida Fernão de Magalhães com a Rua Padre Estevão Cabral (I'_2)	84
5.5.3. Rua da Figueira da Foz com a Rua de Aveiro (I'_3).....	84
5.5.4. Avenida Doutor Bissaya Barreto com a Rua Aníbal de Lima (I'_4).....	85
5.5.5. Avenida Emídio Navarro com a Ponte de Santa Clara (I'_5).....	85
5.6. Análise das Interseções para o VHL Calculado para o Triénio de Forma Agregada (<i>Buffer</i> de 70 metros).....	85
5.6.1. Avenida Emídio Navarro com a Rua da Alegria com a Avenida da Lousã.....	86
5.6.2. Rua do Brasil com a Praça 25 de Abril com a Rua do Ultramar	87
5.7. Análise das Interseções para o VHL Calculado para os Três Anos Separadamente (<i>buffer</i> 70 metros)	87
5.7.1. Rua do Brasil com a Rua da Lousã com a Rua da Alegria (I^*_1).....	89
5.7.2. Avenida Fernão de Magalhães com a Rua e Cruzamento do Arnado (I^*_2)	89
5.8. Estudo do VHL para Níveis Hierárquicos Inferiores – Ativação de Alertas.....	90
5.9. Considerações Finais	92

6. CONCLUSÕES GERAIS E TRABALHOS FUTUROS 95

6.1. Síntese do Trabalho e Conclusões Gerais 95

6.2. Prosseguimento de Trabalhos Futuros 97

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 99**APÊNDICES..... 103**

APÊNDICE I – VALORES TOTAIS DE DESPISTES, DE ATROPELAMENTOS E DE COLISÕES POR RUA ENTRE 2010 A 2012 104

APÊNDICE II – VOLUME DE TRÁFEGO CONHECIDO 106

APÊNDICE III – DADOS DO VHL MÉDIO E MÁXIMO PARA 2010 118

APÊNDICE IV – DADOS DO VHL MÉDIO E MÁXIMO PARA 2011 122

APÊNDICE V – DADOS DO VHL MÉDIO E MÁXIMO PARA 2012 126

APÊNDICE VI – VHL MÉDIO AGREGADO (*BUFFER* 40 METROS) 129APÊNDICE VII – VHL MÉDIO 2010 (*BUFFER* 40 METROS) 133APÊNDICE VIII – VHL MÉDIO 2011 (*BUFFER* 40 METROS) 137APÊNDICE IX – VHL MÉDIO 2012 (*BUFFER* 40 METROS) 141APÊNDICE X – VHL MÉDIO AGREGADO (*BUFFER* 70 METROS) 145APÊNDICE XI – VHL MÉDIO 2010 (*BUFFER* 70 METROS) 146APÊNDICE XII – VHL MÉDIO 2011 (*BUFFER* 70 METROS) 147APÊNDICE XIII – VHL MÉDIO 2012 (*BUFFER* 70 METROS) 148**ANEXOS 149**

ANEXO I – BOLETIM ESTATÍSTICO DE ACIDENTE DE VIAÇÃO (BEAV) 150

ANEXO II – PARTICIPAÇÃO DE ACIDENTE DE VIAÇÃO (PAV) 153

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1. Exemplo de cruzamento com prioridade à direita na Rua de Macau, em Coimbra (Google Earth).....	6
Figura 2.2. Exemplo de cruzamento prioritário na Rua Vasco da Gama, em Coimbra (Google Earth)	7
Figura 2.3. Exemplo de cruzamento giratório na Av. Fernão de Magalhães, em Coimbra (Google Earth).....	8
Figura 2.4. Trajetória correta de um veículo que pretende sair na 3ª saída (adaptado de InIR, 2009).....	9
Figura 2.5. Exemplo de cruzamento com sinais luminosos na Av. Fernão de Magalhães, em Coimbra (Google Earth)	10
Figura 2.6. Exemplo de cruzamento desnivelado na Av. Mendes Silva, em Coimbra (Google Earth)	11
Figura 2.7. Tipologia de cruzamentos em função dos fluxos de tráfego dos eixos que se cruzam (adaptado de Seco et al, 2008a)	13
Figura 2.8. Exemplo de soluções confusa (à esquerda) e simples (à direita) (adaptado de Roque, s.d).....	14
Figura 2.9. Exemplos de excesso de informação na sinalização vertical (adaptado de Roque, s.d)	14
Figura 2.10. Esquema de sinalização para rotundas urbanas (adaptado de Roque, 2005)	15
Figura 2.11. Marcas rodoviárias: exemplo de tipo de linhas na aproximação de uma rotunda em zona urbana (cidade de Coimbra)	16
Figura 2.12. Marcação rodoviária em interseções em Coimbra	16
Figura 2.13. Triângulo de visibilidade (adaptado de AASHTO, 2004)	17
Figura 2.14. Tipos de configurações das rodeiras (adaptado de NCHRP, 2002)	19
Figura 2.15. Área de contacto entre o pneu e o pavimento: área de contacto segura (esquerda); hidroplanagem eminente (direita) (adaptado de CEPRA, 2007)	20
Figura 2.16. Evolução do atrito num curto espaço de tempo (adaptado de Branco, Pereira et al, 2008).....	22
Figura 2.17. Diferença entre macro e microtextura (adaptado de AIPCR, 2003)	23
Figura 2.18. Influência da macro e microtextura na aderência com o piso molhado (à esquerda) e classificação da textura superficial dos pavimentos (à direita) (adaptado de AIPCR, 2003)	23
Figura 3.1. Pontos conflituantes nas diferentes interseções (adaptado de AIPCR, 2003).....	26
Figura 3.2. Manobra de divergência (adaptado de Magalhães, 2011).....	27
Figura 3.3. Manobra de convergência (adaptado de Magalhães, 2011)	28
Figura 3.4. Exemplos de manobra de atravessamento (adaptado de Magalhães, 2011)	28
Figura 3.5. Distância de visibilidade de aproximação (adaptado de Silva et al, 2009)	32

Figura 3.6. Critério de visibilidade à entrada (adaptado de Silva et al, 2009).....	32
Figura 3.7. Critério de visibilidade do anel (adaptado de Silva et al, 2009).....	33
Figura 3.8. Critério de visibilidade das travessias pedonais (adaptado de Silva et al, 2008b). 33	
Figura 3.9. Exemplo de má (a vermelho) e boa (a verde) deflexão dos movimentos (adaptado de Silva et al, 2009).....	34
Figura 3.10. Tipos de movimentos relativos a movimentos direcionais incompatíveis (adaptado de Seco et al, 2008b)	35
Figura 3.11. Estrangulamentos nas interseções (ITE, 2014).....	40
Figura 3.12. Deflexões na interseção (ITE, 2014)	40
Figura 3.13. Desvios forçados (ITE, 2014).....	41
Figura 3.14. Interseções elevadas (adaptado de Seco et al, 2008c)	42
Figura 3.15. Tipos de seções de lombas (adaptado de Marques, 2005).....	43
Figura 3.16. Área de conflito num entroncamento com e sem canalização (adaptado de Silva et al, 2008a).....	46
Figura 3.17. Pontos conflituantes em cruzamentos prioritários/rotundas (adaptado de Silva et al, 2004)	47
Figura 3.18. Conflitos mais comuns nas rotundas (adaptado de USDOT, 2010)	48
Figura 3.19. Desalinhamento dos ramos nas interseções reduzindo para 9 pontos de conflito (adaptado de Elvik et al, 2004; Carvalheira, 2010).....	49
Figura 3.20. Número de pontos conflituantes no desalinhamento dos ramos das interseções de nível.....	50
Figura 4.1. Correspondência de dados entre as bases de dados da ANSR e da PSP	57
Figura 4.2. Esquema de um croqui, fornecido pela PSP, retratando a cena de um acidente ...	59
Figura 4.3. Acidentes georreferenciados para os 3 anos (2010 a 2012)	60
Figura 4.4. Postos de contagem para a cidade de Coimbra, em 2010 (fonte: Metro-Mondego S.A.)	61
Figura 4.5. Hierarquia viária da cidade de Coimbra: a vermelho coletora/arterial, a amarelo distribuidora principal, a verde distribuidora local e a azul acesso local.....	62
Figura 4.6. Posto de contagem C3 facultado pela Metro-Mondego	63
Figura 4.7. Intervalos médios de tráfego na hora de ponta para a cidade de Coimbra, com base em contagens efetuadas em postos localizados na rede	64
Figura 5.1. Determinação do IG para toda a rede de Coimbra (2010 a 2012)	69
Figura 5.2. Representação do IG para toda a rede de Coimbra, com exceção da IC2 (2010 a 2012)	69
Figura 5.3. Gráficos alusivos às vítimas segundo a luminosidade, o dia de semana, os fatores atmosféricos e a natureza do acidente	72
Figura 5.4. Determinação do VHL (<i>buffer</i> 40 metros) para o triénio de 2010 a 2013.....	75
Figura 5.5. Representação do VHL para o ano 2010 (<i>buffer</i> 40 metros).....	82
Figura 5.6. Representação do VHL para o ano 2011 (<i>buffer</i> 40 metros).....	82

Figura 5.7. Representação do VHL para o ano 2012 (<i>buffer</i> 40 metros)	83
Figura 5.8. Representação do VHL total (<i>buffer</i> 70 metros)	86
Figura 5.9. Representação do VHL 2010 (<i>buffer</i> 70 metros)	88
Figura 5.10. Representação do VHL 2011 (<i>buffer</i> 70 metros)	88
Figura 5.11. Representação do VHL 2012 (<i>buffer</i> 70 metros)	89

ÍNDICE DE FIGURAS DE ANEXOS

Figura I.1. Boletim Estatístico de Acidente de Viação (ANSR).....	150
Figura II.1. Dados do acidente (PSP).....	153

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 3.1. Tipos de conflitos em cruzamentos prioritários	26
Quadro 3.2. Resumo dos conflitos em intersecções (adaptado de Ferreira, 2002).....	29
Quadro 3.3. Distância de visibilidade de paragem (adaptado de JAE, 1993)	32
Quadro 3.4 . Distâncias de segurança segundo o diâmetro do círculo inscrito (adaptado de Silva et al, 2002).....	33
Quadro 3.5. Efeitos da semaforização nos cruzamentos sobre o número de acidentes. Variação percentual no número de acidentes (adaptado de Elvik et al, 2004)	36
Quadro 4.1. Campos que constituem a base de dados da ANSR	55
Quadro 4.2. Valores globais para números de acidentes com mortos, feridos graves e feridos leves.....	55
Quadro 4.3. Total de acidentes decorridos entre 2010 a 2012 de acordo com a sua natureza .	56
Quadro 5.1. Custos das vítimas de acidentes rodoviários aplicados a Portugal (adaptado de Carvalheira, 2010)	70
Quadro 5.2. Níveis de gravidade dos acidentes em função do número FLE (adaptado de Carvalheira, 2010)	70
Quadro 5.3. Intervalos de VHL para a totalidade dos 3 anos (<i>buffer</i> 40 metros).....	74
Quadro 5.4. Correspondência entre os intervalos de VHL obtidos em cada ano e a correspondente escala normalizada (<i>buffer</i> de 40 metros)	81
Quadro 5.5. Intervalos de VHL para a totalidade dos 3 anos (<i>buffer</i> 70 metros).....	86
Quadro 5.6. Intervalos de VHL para cada ano em individual (<i>buffer</i> 70 metros).....	87
Quadro 5.7. Intervalos de VHL para o triénio	90
Quadro 5.8. Níveis de segurança para o triénio.....	91

ÍNDICE DE QUADROS DE APÊNDICES

Quadro I.1. Valores totais segundo a natureza dos acidentes no triénio em estudo.....	104
Quadro II.1. Determinação do tráfego segundo os postos de contagem.....	106
Quadro II.2. Intervalos de volume de tráfego obtidos para cada nível hierárquicos.....	117
Quadro II.3. Intervalos de volume de tráfego estabelecido para cada nível hierárquicos.....	117
Quadro III.1. Determinação do VHL médio e máximo para 2010.....	118
Quadro IV.1. Determinação do VHL médio e máximo para 2011.....	122
Quadro V.1. Determinação do VHL médio e máximo para 2012.....	126
Quadro VI.1. Dados VHL médio agregado (<i>buffer</i> 40 m).....	129
Quadro VII.1. Dados VHL médio 2010 (<i>buffer</i> 40 m).....	133
Quadro VIII.1. Dados VHL médio 2011 (<i>buffer</i> 40 m).....	137
Quadro IX.1. Dados VHL médio 2012 (<i>buffer</i> 40 m).....	141
Quadro X.1. Dados VHL agregado (<i>buffer</i> 70 m).....	145
Quadro XI.1. Dados VHL médio 2010 (<i>buffer</i> 70 m).....	146
Quadro XII.1. Dados VHL médio 2011 (<i>buffer</i> 70 m).....	147
Quadro XIII.1. Dados VHL médio 2012 (<i>buffer</i> 70 m).....	148

SIMBOLOGIA E ABREVIATURAS

AASHTO – *American Association of State Highway and Transportation Officials*

AFESP – Associação Portuguesa de Sinalização e Segurança Rodoviária

AIPCR/PIARC – *Association Mondiale de la Route/World Road Association*

ALP – Automóvel Ligeiro de Passageiros

ANSR – Autoridade Nacional de Segurança Rodoviária

ASTM – *American Society of Testing and Materials*

AUT – Autocarro

BEAV – Boletim Estatístico de Acidentes de Viação

CAL – Coeficiente de Atrito Longitudinal

CAT – Coeficiente de Atrito Transversal

CEPRA – Centro de Formação Profissional da Reparação Automóvel

CL – Comercial Ligeiro

CP – Comercial Pesado

DCI – Diâmetro do Círculo Inscrito

DEC – Departamento de Engenharia Civil

DP – Distância de Paragem

EM – Estrada Municipal

EN – Estrada Nacional

ER – Estrada Regional

FG – Número de Feridos Graves

FL – Número de Feridos Leves

FLE – Feridos Leves Equivalentes

G – Gravidade dos Acidentes

GNR – Guarda Nacional Republicana

IC2 – Itinerário Complementar nº2

IG – Indicador de Gravidade

IMTT – Instituto da Mobilidade e dos Transportes Terrestres

InIR – Instituto de Infraestruturas Rodoviárias

JAÉ – Junta Autónoma das Estradas

LMC – Laboratório Nacional de Engenharia Civil

M – número de mortos a 30 dias após o acidente

MC – Motociclo

MEBC – Medidas de Engenharia de Baixo Custo

MEFA – Modelos de Estimativa de Frequência de Acidentes

MM – Metro-Mondego

NASA – *National Aeronautics and Space Administration* (Agência Norte-Americana para os assuntos de Aeronáutica e Espaço)

NCHRP – National Cooperative Highway Research Program

NPP – Número de Processo Policial

PAV – Participação de Acidente de Viação

PDF – Personal Digital Assistant (Assistente Pessoal Digital)

PSP – Polícia de Segurança Pública

SCRIM – *Sideway-force Coefficient Routine Investigation Machine*

SIG – Sistema de Informação Geográfica

SMTUC – Serviços Municipalizados de Transportes Urbanos de Coimbra

TAL – Total de Acidentes com vítimas registados no Local

TI – Transporte Individual

TMD – Tráfego Médio Diário

TMDA – Tráfego Médio Diário Anual

VHL – Valor Hierárquico do Local

VTL – Volume de Tráfego do Local na hora de ponta

USDOT – *United States Department of Transportation*

1. INTRODUÇÃO E ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

1.1. Enquadramento

A Segurança Rodoviária é um aspeto muito importante com o qual se tem vindo a lutar para que Portugal ocupe uma posição mais satisfatória a nível mundial e que de facto se tem vindo a conseguir. Porém, o meio urbano continua a ter uma evolução muito reduzida, sendo perentório fazer reduzir a sinistralidade rodoviária nesse ambiente. Deste ponto de vista, é muito importante fazer o estudo de indicadores que sejam capazes de caracterizar os níveis de segurança em interseções em meio urbano, pois só assim as entidades gestoras e a própria Polícia de Segurança Pública (PSP) poderão intervir e tomar decisões determinantes para aumentar a segurança rodoviária em ambiente urbano.

O nível de Segurança Rodoviária depende da eficiência entre estes quatro elementos do sistema de transportes, o condutor, os veículos, os agentes intervenientes e a infraestrutura. Interessa mencionar que na presente dissertação, apenas serão abordados os aspetos que dizem diretamente respeito à infraestrutura no meio urbano, já que esta representa o aspeto mais relevante do ponto de vista da Engenharia Civil.

Os elementos maioritariamente reconhecidos como os responsáveis pelo elevado número de acidentes são os condutores, pois praticam velocidades inapropriadas dentro dos meios urbanos. Desta maneira, há necessidade de implementar medidas que condicionem estes comportamentos inadequados e, neste estudo em concreto, será ainda mais importante conseguir responder às questões: “Onde estão a acontecer os acidentes que podem ser corrigidos?”, “Quais os indicadores que contribuem para a ocorrência de tantos acidentes numa interseção relativamente a outra?”, “Quais as interseções mais propícias para a ocorrência de acidentes?”, entre outras. Sublinha-se, mais uma vez que as respostas serão sempre do ponto de vista da infraestrutura.

Convém destacar que, o número de acidentes com feridos graves e mortos é ainda muito alto especialmente em meio urbano, sendo que o grupo mais vulnerável inclui os peões e os utentes de veículos de duas rodas (Urban Road Safety, 2004).

De acordo com o Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC, 2011), constatou-se que nos últimos cinco anos, aproximadamente 45% das vítimas mortais em acidentes rodoviários na União Europeia foi registada em arruamentos de zonas urbanas. Mencionando também que cerca de 1500 pessoas morrem anualmente só nas capitais dos 27 Estados Membros. Em Portugal, no mesmo período, cerca de 70% dos acidentes ocorreram em zona urbana, originando anualmente 380 vítimas mortais (44% do total) e 1850 feridos graves (59% do total).

Segundo Silva (2013), 71% dos acidentes ocorrem dentro das localidades, dos quais 46% resultam em mortes. 54% ocorrem em meio urbano e 16% em atravessamentos de localidades por EN, ER e EM. Enquanto, que mais de 50% dos acidentes em meio urbano, ocorrem em interseções.

1.2. Objetivos e Metodologia do Trabalho

O principal objetivo desta dissertação de Mestrado consiste em definir os indicadores para a caracterização de níveis de segurança rodoviária em redes urbanas, mais precisamente em interseções da rede de Coimbra, entre 2010 a 2012. No entanto, para conseguir alcançar este fim é necessário que se definam primeiro outros objetivos.

Desta forma, através dos dados disponibilizados pela Autoridade Nacional de Segurança Rodoviária (ANSR) é possível construir uma base de dados com todos os acidentes com vítimas, registados em meio urbano na cidade de Coimbra, nos três anos em análise.

Os esquemas dos acidentes facultados pela Polícia de Segurança Pública (PSP) permitem identificar a localização dos acidentes na rede e complementar a informação da base de dados da ANSR.

Um outro objetivo passa por determinar os volumes de tráfego reais da cidade de Coimbra através dos dados dos postos de contagem disponibilizados pela Metro-Mondego S.A. (MM), na hora de ponta, para cada movimento ilustrado nesses postos. No entanto, para as ruas onde estes valores não são conhecidos é necessário proceder à extrapolação dos volumes de tráfego. A base de dados é associada a um Sistema de Informação Geográfica (SIG) que, permite visualizar a localização dos acidentes e analisar as interseções de maneira a ajudar a identificar os possíveis motivos para a ocorrência de acidentes em determinadas interseções.

O principal objetivo da presente dissertação já foi mencionado, isto é, definir indicadores que permitam no total de uma rede urbana identificar os locais onde é necessário intervir relativamente à sinistralidade ocorrida nos locais definidos pelos indicadores. A ferramenta descrita na presente dissertação serve para isso, sendo depois necessário averiguar as causas dos acidentes e só depois disso decidir as medidas corretivas a implementar, porém esta parte não é do âmbito deste trabalho.

Para identificar os indicadores de sinistralidade é necessário num primeiro momento analisar a base de dados facultada pela ANSR e associá-la a um SIG, definir a hierarquia viária da rede de Coimbra e extrapolar volumes de tráfego para as ruas onde estes valores não são conhecidos. Num segundo momento, procede-se à distinção de dois indicadores, o Índice de Gravidade (IG) e o Valor Hierárquico do Local (VHL), de maneira a tentar perceber qual dos dois tem maior relevância no estudo em causa, identificando as vantagens e desvantagens de cada um. Por último, efetuam-se as análises às interseções em meio urbano, com piores níveis de segurança considerando duas situações, VHL calculado de forma agregada e VHL calculado separadamente para o triénio. O VHL pretende identificar e localizar as interseções cujos níveis de segurança sejam reduzidos, e sobre as quais é necessário intervir.

1.3. Estrutura da Dissertação

A presente dissertação é constituída por seis capítulos, treze apêndices e dois anexos, cuja estrutura e conteúdos se descrevem seguidamente.

No Capítulo 1 faz-se o enquadramento do tema estudado na dissertação, são apresentados os objetivos que se pretendem alcançar e a metodologia empregue no trabalho, e, por fim, apresenta-se uma síntese da organização do mesmo.

No Capítulo 2 descreve-se a tipologia das interseções existentes, bem como a sua aplicação em meio urbano. Além disso, abordam-se também aspetos relativos à sinalização, os quais são fundamentais para evitar um elevado número de acidentes. São também abordadas as características funcionais do pavimento, as quais podem influenciar a elevada ocorrência dos acidentes se não estiverem dentro dos limites estabelecidos.

No Capítulo 3 identificam-se os pontos conflituantes nos vários tipos de interseções, os quais podem ser reduzidos adotando diferentes geometrias. Também neste capítulo são revelados os indicadores de sinistralidade em meio urbano e descrevem-se medidas de apoio à segurança nas interseções. Com o intuito de reduzir os casos de sinistralidade são ainda apresentados os elementos físicos de acalmia de tráfego.

No Capítulo 4, num primeiro momento, revela-se como se recolheu a informação relativa aos acidentes a considerar e define-se a estrutura da base de dados que contém os acidentes. Para além disso, descreve-se o tratamento dos dados e a georreferenciação dos acidentes num SIG. Num segundo momento, procede-se à análise da informação recolhida e fornecida pelas entidades envolvidas na presente dissertação.

No Capítulo 5 procede-se à distinção entre dois indicadores, o Índice de Gravidade (IG) e o Valor Hierárquico do Local (VHL). Ainda no mesmo capítulo dá-se a conhecer a metodologia utilizada na presente dissertação e efetuam-se as análises às interseções, em meio urbano, com piores níveis de segurança considerando duas situações, VHL calculado de forma agregada e VHL calculado separadamente para o triénio.

No Capítulo 6 efetua-se uma síntese do trabalho desenvolvido, resumindo as principais conclusões obtidas, e referem-se possíveis desenvolvimentos futuros que poderão resultar da presente dissertação.

Além dos seis capítulos que constituem o corpo da dissertação, esta inclui ainda treze apêndices e dois anexos, os quais contêm a informação que se descreve abaixo resumidamente:

Apêndice I – Valores totais de despistes, de atropelamento e de colisões por rua entre 2010 a 2012, recolhidos a partir da base de dados da ANSR;

Apêndice II – Volume de tráfego real calculado através dos postos de contagens facultados pela Metro-Mondego S.A.;

Apêndice III – Determinação dos dados do VHL médio e máximo para 2010;

Apêndice IV - Determinação dos dados do VHL médio e máximo para 2011;

Apêndice V - Determinação dos dados do VHL médio e máximo para 2012;

Apêndice VI – Determinação do VHL agregado, para o *buffer* de 40 metros;

Apêndice VII – Determinação do VHL médio em 2010, para o *buffer* de 40 metros;

Apêndice VIII - Determinação do VHL médio em 2011, para o *buffer* de 40 metros;

Apêndice IX - Determinação do VHL médio em 2012, para o *buffer* de 40 metros;

Apêndice X - Determinação do VHL médio agregado, para o *buffer* de 70 metros;

Apêndice XI - Determinação do VHL médio em 2010, para o *buffer* de 70 metros;

Apêndice XII - Determinação do VHL médio em 2011, para o *buffer* de 70 metros;

Apêndice XIII - Determinação do VHL médio em 2012, para o *buffer* de 70 metros;

Anexo I – Boletim Estatístico de Acidentes de Viação (BEAV), o qual é preenchido pela PSP e só depois enviado para a ANSR;

Anexo II – Participação de Acidentes de Viação (PAV), utilizada pela PSP aquando da ocorrência de acidentes e quando esta entidade se desloca ao local onde esses sucederam.

2. AMBIENTE RODOVIÁRIO EM INTERSEÇÕES EM MEIO URBANO

2.1. Considerações Iniciais

Neste capítulo são apresentadas as geometrias que conferem às interseções determinadas características, as quais são em geral complementadas com sinalização, com o objetivo de tornar as interseções aptas para responder às naturais expectativas dos utentes, sem expor estes últimos a um nível de risco inadequado.

As interseções são espaços onde se partilham movimentos entre veículos ou entre estes e o tráfego pedonal. Na falta de determinados princípios de funcionamento aqueles movimentos podem dar origem a conflitos. Segundo Ogden (1996), as interseções são também os locais mais críticos da rede viária, tanto do ponto de vista da segurança, como no que se refere à eficiência (capacidade). Desta maneira, a análise das geometrias das interseções é importante, uma vez que a sua configuração tem uma grande influência nas características que cada uma acaba por apresentar.

Outros aspetos complementares abordados neste capítulo são as características funcionais dos pavimentos, as quais devem contribuir para manter bons níveis de segurança.

2.2. Hierarquização em Interseções do Meio Urbano

O meio urbano é caracterizado pelo elevado nível de sinistralidade, sobretudo por questões que se prendem com os conflitos relacionados com os veículos motorizados e os utilizadores mais vulneráveis (peões e ciclistas). Esses conflitos sucedem principalmente porque se verifica alguma incapacidade por parte dos cruzamentos em dar resposta à procura que se verifica nestes locais. De referir que dois terços de todos os acidentes com feridos e/ou mortes se verificam nos cruzamentos (Seco et al, 2008a).

Segundo Sousa Marques (Marques, 2005), uma interseção é um local que se dedica à negociação da possibilidade de passagem entre dois ou mais veículos, haja ou não necessidade de ter também em consideração a circulação de peões.

As interseções são locais candidatos a zonas de acumulação de acidentes, sobretudo em meio urbano e nas horas de ponta, pois há um maior congestionamento nessas condições, as quais tendem a provocar atrasos consideráveis na concretização de uma viragem.

Para solucionar os conflitos que se registam nos cruzamentos é necessário implementar um conjunto de princípios básicos de organização de redes viárias, tais como os descritos nos Capítulos “Princípios Básicos” e “Segurança Rodoviária” do Manual de Planeamento das Acessibilidades e da Gestão Viária (Seco et al, 2008a; Seco et al, 2008b), nomeadamente:

- Cruzamentos com prioridade à direita;
- Cruzamentos prioritários;
- Cruzamentos giratórios;
- Cruzamentos com sinais luminosos.

Estas soluções vão contribuir para gerir os conflitos que se verificam nas interseções, reduzindo-os.

2.2.1. Cruzamentos com prioridade à direita

Neste tipo de cruzamentos (Figura 2.1) é concedida a passagem a todos os veículos que se apresentem pela direita em relação a outro veículo que se aproxime ao mesmo tempo do cruzamento. Os cruzamentos com prioridade à direita caracterizam-se por não terem qualquer tipo de sinalização horizontal ou vertical que indique as prioridades.



Figura 2.1. Exemplo de cruzamento com prioridade à direita na Rua de Macau, em Coimbra (Google Earth)

Estes cruzamentos apresentam as seguintes características:

- A sua aplicação é relativamente simples e barata, pelo facto de não ser necessária sinalização;
- Uma vez que são cruzamentos sem qualquer tipo de sinalização, todos os acessos pertencentes ao cruzamento são tratados com igualdade no que concerne à prioridade;
- Pode ser, principalmente se os volumes de tráfego aumentarem, uma solução confusa, difícil de interpretar, pois em alguns casos os veículos terão prioridade e noutros casos não;
- É uma solução pouco eficiente no que diz respeito à regulação da prioridade, uma vez que pode eventualmente acontecer que se apresentem veículos em todas as entradas do cruzamento, ou seja, cada um desses veículos terá à sua direita um outro veículo. Para resolver esta situação, o código refere que um dos veículos terá de tomar iniciativa para retomar a marcha;
- Têm um nível de capacidade “real” baixo, pois a ocorrência de “situações intransitivas” (que se revelam na capacidade, possibilitam que haja risco de bloqueio do cruzamento) pode fazer com que os cruzamentos não funcionem convenientemente. Designam-se “situações intransitivas” quando os cruzamentos com prioridade à direita

não são capazes de regular a prioridade referente ao acesso em alguns tipos de conflitos.

Os cruzamentos com prioridade à direita são pouco utilizados, pelo facto de não terem qualquer regulação da prioridade. No entanto, aconselha-se a sua utilização apenas em cruzamentos entre vias locais em zonas residenciais, ou seja, que tenham volumes de tráfego muito baixos.

2.2.2. Cruzamentos prioritários

Os cruzamentos prioritários (Figura 2.2) caracterizam-se pela perda de prioridade de certos movimentos através da utilização de sinais verticais de “paragem obrigatória” (STOP) ou de “cedência de passagem”, fazendo-se acompanhar da correspondente sinalização horizontal.



Figura 2.2. Exemplo de cruzamento prioritário na Rua Vasco da Gama, em Coimbra (Google Earth)

Geometricamente, estes cruzamentos podem ser em cruz (cruzamento de dois ramos) ou em T (considera-se que apenas um dos ramos é não prioritário). Os cruzamentos prioritários resultam da interseção de dois ramos, segundo um ângulo de aproximadamente 90°, sendo isto importante para facilitar a visibilidade e tornar o cruzamento geometricamente mais perceptível. O facto do tráfego que circula na via secundária perder a prioridade, leva a que os movimentos ao longo da via prioritária sejam beneficiados, não estando sujeitos a quaisquer demoras. Isso pode dar origem a um número elevado de acidentes neste tipo de cruzamentos quando os volumes de tráfego aumentam. De facto, quando as vias prioritárias não estão submetidas a demoras e simultaneamente as condições de visibilidade são boas, os utilizadores dessa via não se sentem obrigados a ter cuidado nos seus movimentos podendo por isso praticar velocidades excessivas nessas mesmas vias.

Estudos estatísticos realizados em Inglaterra revelam que 51% dos acidentes ocorrem em cruzamentos localizados na rede viária urbana, dos quais mais de metade ocorre em cruzamentos prioritários. Assim, é importante atenuar esse nível da sinistralidade rodoviária, através da adoção de medidas simples e perceptíveis. Essas medidas podem passar por fazer com que os cruzamentos prioritários correspondam às expectativas naturais dos utilizadores, reduzindo também o número de pontos conflituantes e garantindo os níveis de visibilidade adequados (Seco et al, 2008b).

As expectativas naturais do condutor são garantidas quando se procuram soluções que não interfiram diretamente com o esperado, seja pela anterior experiência de condução, seja pelas características do traçado e interseções antecedentes. O facto de nem sempre serem tidas em consideração as expectativas do condutor, leva a que este não faça a leitura correta e não tome as precauções necessárias, podendo contribuir para um eventual acréscimo da sinistralidade rodoviária. Assim, podem ser tomadas as seguintes medidas (Seco et al, 2008b):

- fazer com que a solução pareça mais perigosa do que na realidade é, de maneira a que o condutor adote comportamentos seguros com antecedência;
- dar prioridade de passagem às correntes com maiores níveis de procura de tráfego;
- nos entroncamentos, retirar a prioridade de passagem à via que termina.

2.2.3. Cruzamentos giratórios

Os cruzamentos giratórios ou rotundas (Figura 2.3) são concebidos através de uma ilha central intransponível, cuja configuração pode ser circular ou elítica, dependendo do espaço disponível, e onde prevalece o movimento circular no sentido anti-horário (Elvik et al, 2004). As rotundas são implementadas sobretudo em locais onde se verifica tráfego intenso, como é o caso dos meios urbanos, e grandes fluxos de viragem à esquerda.



Figura 2.3. Exemplo de cruzamento giratório na Av. Fernão de Magalhães, em Coimbra (Google Earth)

Uma vez que as rotundas estabelecem a perda de prioridade em todas as entradas, podem ajudar na resolução de problemas relacionados com a visibilidade no cruzamento e com as viragens à esquerda.

É necessário ter em consideração que estas interseções não podem utilizar-se em todas as situações onde se manifestam problemas. Em meio urbano isso seria complicado de conceber, não só pelo facto de que seria necessário dispor de um espaço considerável, mas também porque o desenho urbano das cidades já está definido. Outro aspeto a ter em conta, é o facto das rotundas não favorecerem um dado movimento direcional ou modo de transporte (veículos prioritários ou transportes públicos).

As rotundas apresentam as seguintes características:

- As passagens para peões colocadas nas vias que dão acesso às rotundas apresentam bons níveis de segurança; porém o facto de não ser possível colocar atravessamentos pedonais formais no anel interno das rotundas produz circuitos pedonais longos;
- Impõem a perda de prioridade em todas as entradas, logo é dada igual importância a todas;
- A forma de regulação e funcionamento deste tipo de cruzamento não se altera com o decorrer do tempo;
- São capazes de originar níveis elevados de capacidade, tão semelhantes como nos cruzamentos regulados por sinalização luminosa, e conseguem adaptar-se em condições de funcionamento com níveis globais de tráfego muito diversos;
- A necessidade de defletir a trajetória, faz com que os condutores tenham de adotar velocidades mais reduzidas, sendo, por isso, boas soluções. Porém, o facto de ser dada a prioridade a todos os veículos que circulam nas rotundas pode originar sinistralidade na presença de ciclistas;
- A deflexão dos movimentos induz nos condutores a possibilidade de se aperceberem de possíveis “descontinuidades” de traçado ou condições de circulação, fazendo com que os condutores se adaptem facilmente às mudanças de comportamento.

As rotundas pressupõem o mesmo princípio dos cruzamentos com prioridade à direita. A

Figura 2.4 mostra o movimento correto de um veículo que queira sair na terceira saída. É importante que para o fazer se posicione na via da esquerda (via interior) até imediatamente antes da terceira saída, altura em que deverá mudar para a via da direita (via exterior). Caso o condutor não proceda como o descrito entrará em conflito em todas as saídas antes da sua (InIR, 2009).

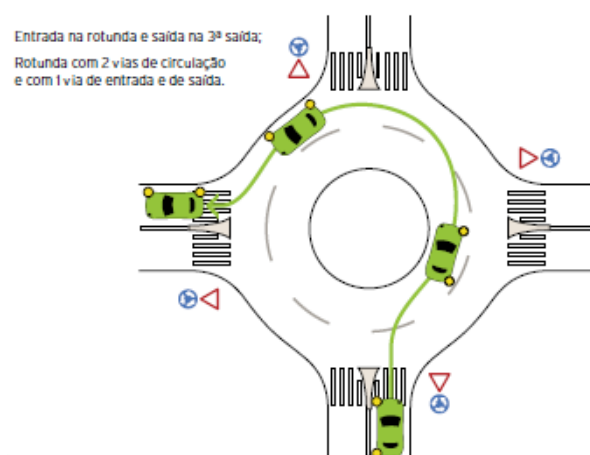


Figura 2.4. Trajetória correta de um veículo que pretende sair na 3ª saída (adaptado de InIR, 2009)

A implementação de rotundas em cruzamentos é preferível em interseções com volumes de tráfego equilibrado nas várias entradas (AIPCR, 2003).

2.2.4. Cruzamentos com sinais luminosos

Os cruzamentos com sinais luminosos (Figura 2.5) pretendem dar períodos de tempo diferentes aos diferentes movimentos que cruzam a interseção a partir de sinalização luminosa, permitindo dar o direito total ou parcial de entrada aos vários movimentos direcionais de tráfego que causam conflitos.



Figura 2.5. Exemplo de cruzamento com sinais luminosos na Av. Fernão de Magalhães, em Coimbra (Google Earth)

Nestes casos a prioridade é regulada através de um sistema de semaforização. Estes sistemas podem funcionar de acordo com as seguintes soluções:

- a tempos fixos – funcionam segundo planos de regulação pré-definidos;
- atuadas – permitem ajustamentos, em tempo real, para dar resposta a alterações que se possam verificar na procura;
- coordenadas – pretendem que se estabeleça uma coordenação do funcionamento de diversos cruzamentos adjacentes, com o objetivo de otimizar o funcionamento global da rede;
- isoladas - permitem otimizar o funcionamento de um cruzamento consoante os padrões da procura nos diversos acessos ao cruzamento.

Os cruzamentos semaforizados apresentam as seguintes características:

- têm potencialidades para gerar níveis elevados de capacidade. Porém, nestes cruzamentos verificam-se piores níveis de capacidade nas viragens à esquerda e é difícil acomodar inversões de marcha;
- respondem melhor a níveis de tráfego muito desequilibrados, quando comparados com as rotundas;

- permitem atribuir diversos níveis de prioridade a diferentes modos e/ou utilizadores (por exemplo, veículos de transporte público e veículos de emergência);
- são muito eficazes no que concerne à segurança rodoviária;
- são a única solução que permite coordenação entre cruzamentos;
- respondem bem às necessidades dos peões, porém isso é alcançado quando se reduzem os níveis globais de capacidade rodoviária.

Os cruzamentos semaforizados correspondem bem às características do meio urbano, uma vez que este é caracterizado por mais conflitos, tendo em conta que há movimentos pedonais e mais cruzamentos, e as correntes de tráfego são mais complexas e variáveis.

2.2.5. Cruzamentos desnivelados

Os cruzamentos desnivelados (Figura 2.6) pretendem eliminar todos ou parte dos conflitos existentes entre movimentos direcionais que se cruzam a partir da sua segregação espacial.

Estes cruzamentos costumam ser na maioria das vezes do tipo parcialmente desnivelado, o que significa que um ou mais conflitos de tráfego são regulados no mesmo nível através de soluções do tipo prioritário, sinais luminosos ou rotundas.



Figura 2.6. Exemplo de cruzamento desnivelado na Av. Mendes Silva, em Coimbra (Google Earth)

Os cruzamentos desnivelados apresentam as seguintes características:

- têm um custo de investimento elevado e precisam de muito espaço para serem implementados, quando comparados com as outras soluções;
- permitem níveis elevados de capacidade, de fluidez e de rapidez do tráfego, sobretudo dos movimentos que dominam, verificando-se níveis de sinistralidade reduzidos;

- este tipo de solução pode ser aplicado tanto em situações de confluência de vias de importância semelhante, bem como em situações em que domina um dos eixos.

Os cruzamentos desnivelados são aplicados apenas em último recurso, ou seja, na presença de níveis elevados de tráfego e quando as soluções de nível não são capazes de solucionar o problema. Além disso, são também aplicados quando se pretendem alcançar níveis de fluidez e rapidez de circulação muito elevados para um ou mais movimentos direcionais, ou quando a orografia o aconselhar.

2.2.6. Escolha das tipologias

A escolha da melhor tipologia a aplicar depende de alguns indicadores:

- capacidade potencial;
- fluidez de circulação oferecida;
- segurança de operação;
- conforto ou *stress* causado;
- versatilidade de operação;
- nível de compatibilidade existente entre o “ambiente” e as funções envolventes;
- custos envolvidos (investimento, manutenção e operação).

Destes indicadores, a capacidade potencial é um dos indicadores de desempenho que se reveste de maior importância, pois faz face à procura previsível de tráfego. As soluções descritas foram ordenadas da menor para a maior capacidade potencial.

A Figura 2.7 exhibe as tipologias existentes e que podem ser aplicadas consoante os níveis de tráfego conflituantes que existem. Relativamente às rotundas e aos cruzamentos semaforizados apresentam níveis de capacidade potencial semelhantes. De salientar que a aplicabilidade de qualquer uma destas soluções não depende somente do indicador de capacidade potencial.

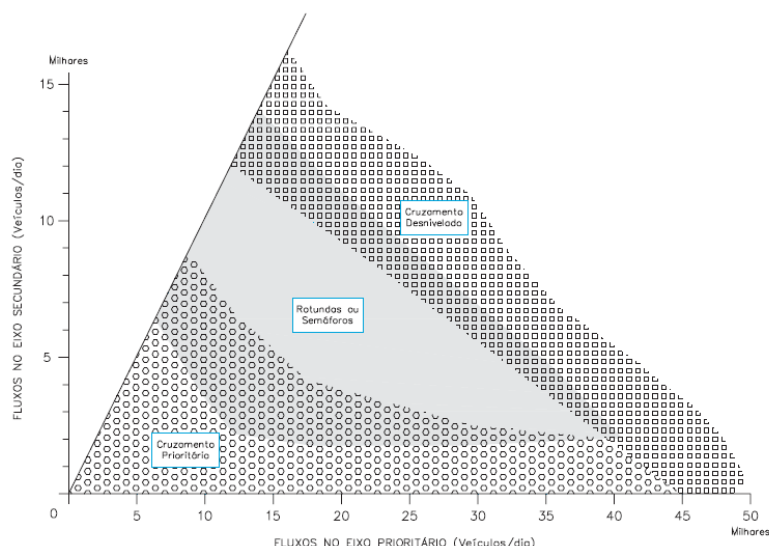


Figura 2.7. Tipologia de cruzamentos em função dos fluxos de tráfego dos eixos que se cruzam (adaptado de Seco et al, 2008a)

2.3. Sinalização

A sinalização instalada em meio urbano deve ser perceptível e deve transmitir uma mensagem simples e clara aos utentes, de maneira a possibilitar uma adaptação oportuna às condições.

No presente texto, dar-se-á maior relevância à sinalização utilizada nos cruzamentos em meio urbano.

Segundo a Associação Portuguesa de Segurança e Sinalização Rodoviária (AFESR, 2013) existem várias deficiências na sinalização rodoviária portuguesa. São exemplos disso:

1. ausência de marcação rodoviária (por exemplo, após colocação de uma nova camada betuminosa);
2. falta de manutenção dos sinais de trânsito;
3. instalação incorreta dos sinais;
4. obstrução dos sinais verticais;
5. sinais com fracas características refletoras, que não é possível ler à noite.

2.3.1. Princípios básicos da sinalização

De acordo com Roque (2005), a sinalização deve:

1. ser **uniforme**, para que seja compreendida por todos, correspondendo exclusivamente à utilização de sinais regulamentares cuja dimensão e grafismos devem ser normalizados;
2. ser **homogênea**, com o intuito de que o condutor faça a correta leitura do contexto em que se insere, utilizando a informação nas melhores condições de segurança possíveis;
3. ser **simples**, de maneira a que não haja acumulação de sinais, facilitando a tarefa de condução por não exigir um aumento do tempo de perceção e de compreensão e, consequentemente, evitar a fadiga do utente;

4. garantir a **continuidade** da informação transmitida, principalmente no que respeita à sinalização de orientação, para que não suscite dúvidas que possam resultar em manobras perigosas;
5. ser **coerente** com a prática e com as regras de circulação, ou seja, ser credível.

Os requisitos acima referidos devem ser respeitados por forma a permitir que a tarefa de condução seja simples e não se torne confusa (Figura 2.8). O facto de haver, em algumas situações, sobrecarga de informação ou até mesmo falta de informação, leva a que o condutor nem sempre consiga fazer uma leitura correta do meio onde se encontra (Figura 2.9).

A AFESP (2010) defende que Portugal além de continuar a apostar na colocação de sinalização adequada, deveria aumentar a manutenção da já existente, de modo a posicionar-se entre os países da Europa com menor sinistralidade rodoviária.

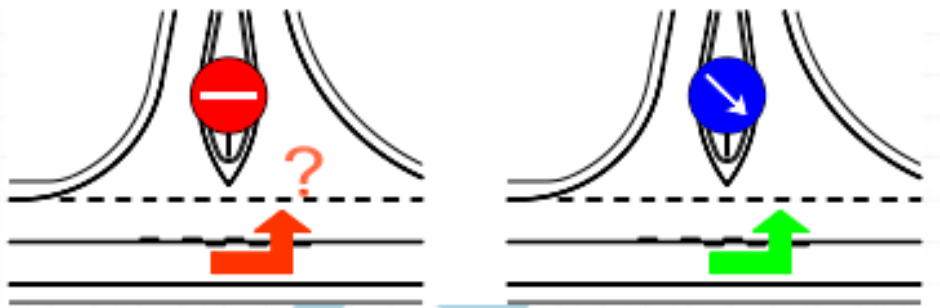


Figura 2.8. Exemplo de soluções confusa (à esquerda) e simples (à direita) (adaptado de Roque, s.d)



Figura 2.9. Exemplos de excesso de informação na sinalização vertical (adaptado de Roque, s.d)

2.3.2. Sinalização vertical

Relativamente à sinalização vertical, existem documentos que prevêm a sua utilização como é o caso do Regulamento de Sinalização do Trânsito (RST) [Dec.Reg. N°22-A/98, de 1 de outubro] e o Manual de Boas Práticas em Sinalização Urbana (Roque, 2005). O caso das

interseções em meio urbano não implica a implantação de nenhuma sinalização em particular (Gregório, 2011).

Porém, para que o condutor se aperceba que está na presença de uma rotunda devem constar os sinais de aproximação de rotunda e rotunda (Figura 2.10).



Figura 2.10. Esquema de sinalização para rotundas urbanas (adaptado de Roque, 2005)

2.3.3. Marcação rodoviária

As marcas rodoviárias têm um cariz de apoio à circulação dos veículos e pretendem advertir e orientar os utentes que circulam na via pública, podendo ser também complementadas com outras maneiras de sinalização (Rodrigues et al, 2008)

O facto das marcas rodoviárias (sinalização horizontal) nem sempre estarem visíveis ou existirem faltas de coordenação destas com o meio envolvente, o que implica a ausência de credibilidade da sinalização, leva a que a probabilidade de ocorrerem acidentes rodoviários seja elevada. Por este motivo, é de grande importância que as marcas rodoviárias sejam visíveis e identificáveis pelos condutores, em qualquer período do dia e, na presença de quaisquer condições meteorológicas. Estas circunstâncias devem ser cumpridas com o intuito do condutor realizar antecipadamente a escolha do seu percurso sem que interfira com os que o rodeiam e, desta maneira, reduzir a sinistralidade rodoviária.

No caso das rotundas, estas apresentam um efeito positivo relativamente à redução da sinistralidade quando comparadas com os cruzamentos, se estiverem adequadamente sinalizadas e concebidas (Figura 2.11). Se as marcas de orientação estiverem pouco visíveis ou não existir marcação, a situação pode suscitar dúvidas aos condutores e estes podem entrar em conflito com os restantes. A falta de manutenção das marcas rodoviárias no pavimento pode contribuir para o aumento da sinistralidade rodoviária. Caso não exista a delimitação das várias vias, os condutores das correntes de tráfego não irão respeitar as regras de utilização de uma rotunda.

A utilização das marcas rodoviárias encontra-se regulada pela Norma de Marcas Rodoviárias da JAE (1995), e está também disponível a disposição normativa do InIR (Roque, s.d.).



Figura 2.11. Marcas rodoviárias: exemplo de tipo de linhas na aproximação de uma rotunda em zona urbana (cidade de Coimbra)

Na Figura 2.12 são apresentadas apenas duas das muitas situações, em Coimbra, em que as marcas rodoviárias não estão bem visíveis, sendo de prever que a ausência de manutenção degrade ainda mais o seu estado.



Figura 2.12. Marcação rodoviária em interseções em Coimbra

2.3.4. Triângulo de visibilidade

As interseções devem ser projetadas de maneira a proporcionar boa visibilidade na aproximação das mesmas e, consequentemente, os condutores consigam adaptar velocidades apropriadas antecipadamente ou parar, caso seja necessário. Para garantir a adequada visibilidade é importante que a área esteja livre de obstruções, tais como sinais verticais, veículos estacionados ou vegetação.

Segundo a AASHTO (2004), na aproximação da via secundária, deve ter um triângulo de visibilidade (Figura 2.13) que garanta estas distâncias. O vértice do sinal de cedência de passagem na aproximação de uma estrada secundária (ou uma aproximação não controlada) representa o ponto de decisão para os condutores que circulem na estrada secundária. Este ponto de decisão é a localização na qual o condutor de uma estrada secundária deve começar a travagem até ao local de paragem obrigatória no caso de outro veículo estiver presente numa interseção. A distância desde a estrada principal, juntamente com a estrada secundária, é ilustrada pela dimensão “a”. A geometria de um sinal de cedência de passagem desobstruído é tal que, quando um condutor de um veículo sem prioridade, vê um veículo que tem a prioridade numa interseção, o condutor desse potencial veículo conflituante pode também observar o primeiro veículo. A dimensão “b” ilustra o comprimento deste lado do sinal de cedência de passagem. Deste modo, a colocação de um sinal de cedência de passagem desobstruído para veículos sem a prioridade também permite aos condutores de veículos com a prioridade desacelerar, parar, ou evitar outros veículos, deverá tornar-se necessária.

Assim sendo, entende-se por triângulo de visibilidade a zona que pode ser vista sem que haja obstruções.

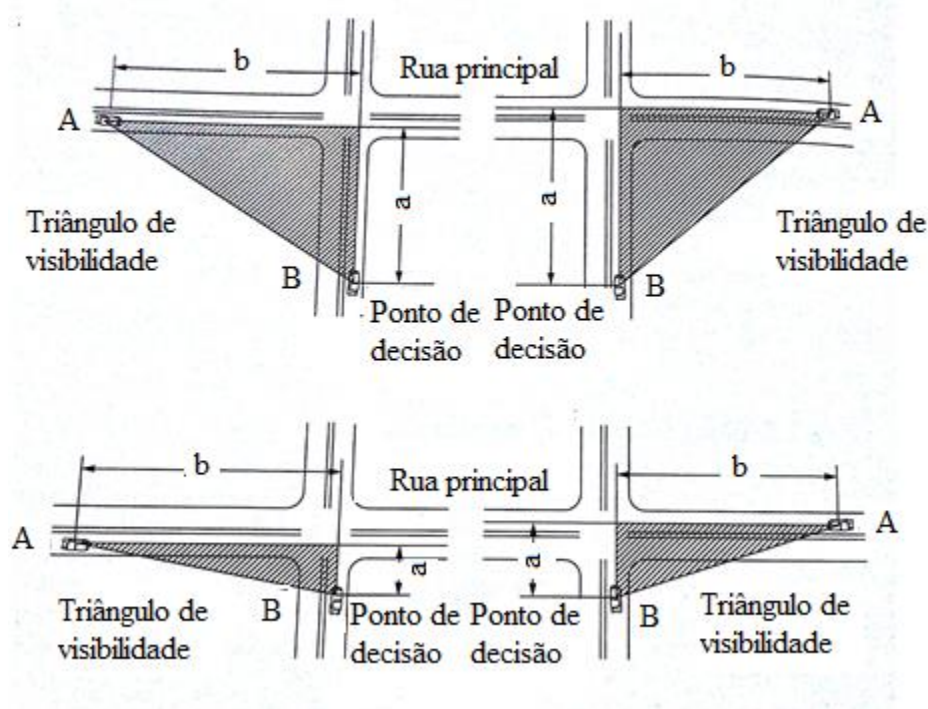


Figura 2.13. Triângulo de visibilidade (adaptado de AASHTO, 2004)

2.4. Características Funcionais do Pavimento

Com o decorrer dos anos, os pavimentos rodoviários vão desenvolvendo degradações que vão afetar a qualidade estrutural e funcional da infraestrutura. As causas para o desenvolvimento dessas degradações são as condições climáticas e as ações do tráfego, as quais vão modificando as características iniciais de um determinado pavimento.

Em geral, as características funcionais dos pavimentos que mais influenciam a segurança rodoviária são as que se relacionam com a irregularidade, o atrito e a textura superficiais.

De acordo com Pinto (2003), de forma a minimizar o desenvolvimento de patologias, na concepção e dimensionamento dos pavimentos rodoviários devem ter-se em consideração as características funcionais e estruturais que permitam assegurar um desempenho adequado. O desempenho funcional diz respeito aos fatores de segurança, conforto e economia que afetam sobretudo o utente, enquanto o estrutural interessa sobretudo nas operações de conservação e manutenção.

A camada de desgaste, por estar em contacto direto com os pneus dos veículos e com as ações climáticas, é a que mais sofre danos, não só do ponto de vista do tráfego lento, pesado e canalizado, mas também devido a questões relacionadas com as variações de temperatura, a precipitação e a abrasão superficial, a qual influencia muito a resistência à derrapagem.

Pela influência direta na segurança, a avaliação criteriosa da resistência à derrapagem é muito importante, no sentido de aplicar ações e manutenção nos pavimentos nos locais onde aquele parâmetro atinge valores tão baixos que devem ser considerados críticos.

2.4.1. Irregularidade

Tal como é definida na ASTM E867-82 (1982), “irregularidade” é “o desvio da superfície em relação a uma superfície plana com características que afetam a dinâmica do veículo, a qualidade de circulação, as cargas dinâmicas e a drenagem”.

As imperfeições do perfil transversal podem transmitir aos utentes desconforto e também um nível de segurança reduzido, sobretudo quando o pavimento está molhado. Esta alteração do pavimento decorre geralmente da sua degradação estrutural, através do desenvolvimento de rodeiras na zona de passagem dos rodados dos veículos.

As rodeiras são deformações do perfil transversal que se desenvolvem longitudinalmente. As zonas onde há formação de rodeiras são locais com potencial para a acumulação de água, a qual pode dar origem ao fenómeno de hidroplanagem.

Na Figura 2.14 destacam-se as principais configurações das rodeiras. Na **situação A** as rodeiras desenvolvem-se sobretudo por desagregação da camada de desgaste, devido à passagem repetida dos veículos. Na **situação B** apresenta-se a formação de rodeiras devido à deformação permanente causada nas camadas não ligadas do pavimento pela passagem repetida dos veículos. Por último, na **situação C** as rodeiras são geradas por deformação permanente das camadas betuminosas.

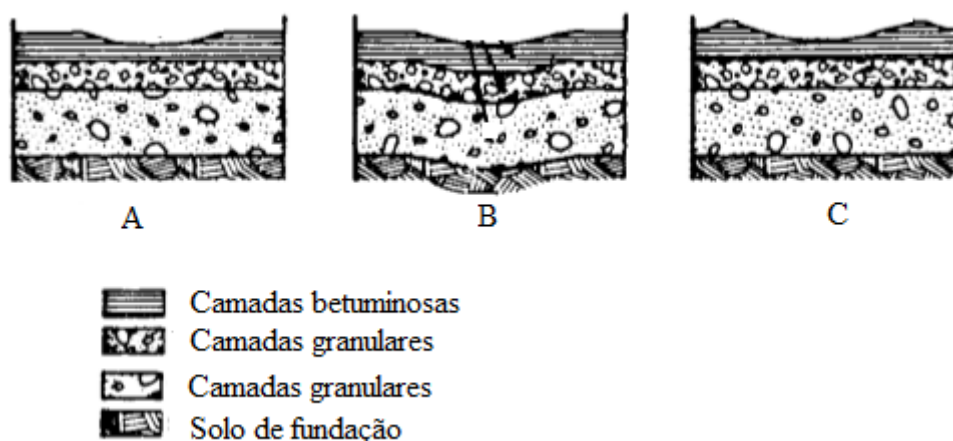


Figura 2.14. Tipos de configurações das rodeiras (adaptado de NCHRP, 2002)

Como já foi mencionado, as rodeiras são pontos possíveis de acumulação de água. Embora a ocorrência de acidentes rodoviários possa estar ligada à presença de uma lâmina de água excessiva, não é forçoso que assim aconteça. A existência de água sobre a superfície do pavimento só produz acidentes por hidroplanagem se se verificarem simultaneamente outras condições, tais como, uma velocidade dos veículos incompatíveis com a altura de lâmina líquida existente sobre o pavimento. Para chegar a conclusões mais definitivas, é necessário estudar primeiro o local onde ocorreu o acidente e analisar a infraestrutura, uma vez que as condições de aderência podem estar abaixo dos limites de segurança recomendados.

No estudo de acidentes em locais com acumulação de água, os parâmetros a verificar devem ser, pelo menos, os seguintes:

- A macro e microtextura do pavimento;
- As condições de drenagem superficial do pavimento;
- O tipo e características dos pneus dos veículos envolvidos nos acidentes;
- A intensidade de precipitação no momento dos acidentes;
- As velocidades praticadas pelos veículos no momento dos acidentes.

2.4.2. Textura e Atrito

A textura superficial da camada de desgaste de um pavimento tem um papel fundamental para a sua qualidade funcional, nomeadamente para (Branco et al, 2008):

- O desenvolvimento das forças de atrito no contacto pneu-pavimento em estado húmido e molhado;
- A resistência ao movimento (consumo de combustível);
- O desgaste dos pneus por micro-deslizamento da borracha no contacto pneu-pavimento;
- O ruído de baixa frequência, no interior e no exterior dos veículos;

- As vibrações transmitidas pela coluna de direção ao volante e ao interior dos veículos.

O fenómeno de hidroplanagem ocorre devido à existência de água na zona de passagem dos pneus e, conseqüentemente, conduz à perda de controlo do veículo por parte do condutor e à perda de capacidade para travar de forma eficaz. Segundo Pinto (2003), a hidroplanagem tende a ocorrer quando existe uma película de água superior a 3 mm sobre o pavimento.

A hidroplanagem tende a ser mais frequente, dando origem a acidentes, quando a espessura da lâmina de água acumulada é mais elevada, a macrotextura do pavimento é reduzida, a velocidade de circulação dos veículos aumenta e a profundidade do piso dos pneus é menor.

Segundo Wambold et al (1986), existiam quatro situações distintas que se repetiam com grande frequência, nos estudos de análise de 500 acidentes, em condições de pavimento molhado, que eram:

- os pavimentos apresentavam uma macrotextura reduzida;
- as profundidades dos pisos dos pneus eram pequenas;
- os valores dos coeficientes de atrito eram baixos;
- as velocidades praticadas pelos condutores no instante antes dos acidentes eram elevadas.

Na Figura 2.15 são apresentadas duas situações distintas que ilustram, por um lado, a área de contacto entre o pneu e o pavimento numa situação de pouca chuva ou de superfície do pavimento sem acumulação de água e, por outro lado, a área de contacto resultante da existência de uma lâmina líquida mais espessa associada a uma velocidade excessiva para as condições de drenagem do pavimento. Na primeira situação as condições de aderência do pneu garantem maior segurança que na segunda. Nesta poderá ocorrer um levantamento do pneu acima da superfície do pavimento, levando à perda de controlo do veículo por hidroplanagem.

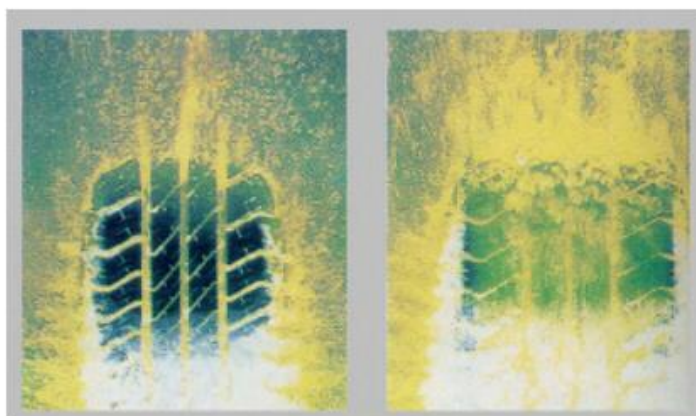


Figura 2.15. Área de contacto entre o pneu e o pavimento: área de contacto segura (esquerda); hidroplanagem eminente (direita) (adaptado de CEPRA, 2007)

Para melhorar as condições de segurança do pavimento relativamente aos fenómenos de hidroplanagem, podem adotar-se algumas medidas no âmbito da infraestrutura, tais como:

- adotar de inclinações que permitam um melhor escoamento das águas;
- reduzir a distância a percorrer pela água durante o seu escoamento superficial, de modo a evitar a formação de uma lâmina líquida com espessura elevada;
- garantir boas condições de macro e microtextura.

O atrito entre as rodas e a superfície do pavimento é uma propriedade muito importante no que diz respeito à segurança de circulação dos veículos, bem como dos custos de circulação destes. O atrito é um parâmetro que afeta diretamente a velocidade de circulação e a ocorrência de acidentes, sobretudo quando a superfície está molhada. O risco de acidente aumenta quando o atrito é menor, particularmente em condições de superfície molhada e em locais onde o atrito exigido é mais elevado.

O atrito afeta tanto o controlo da direção como a distância de travagem, sendo uma medida da resistência que se mobiliza quando ocorre o deslizamento entre duas superfícies que contactam entre si. A propriedade utilizada é o coeficiente de atrito, o qual varia entre 0 e 1.

Os valores típicos para o atrito da superfície de um pavimento medidos em condições normalizadas são os seguintes:

- 0,7-0,9 para superfícies secas;
- 0,4-0,7 para superfícies molhadas;
- 0,1-0,4 em situações em que a neve ou o gelo cobrem os pavimentos.

O coeficiente de atrito é um parâmetro que evolui no tempo de acordo com diversos fatores, dos quais se destacam os seguintes (Pereira et al, 1999, citado por Branco et al, 2008):

- desgaste dos agregados, por causa da ação de polimento produzida pelos pneus;
- exsudação de betume na camada de desgaste;
- aparecimento de descontinuidades causadas pelo fendilhamento;
- redução da porosidade do pavimento associada à densificação da camada de desgaste por ação do tráfego;
- presença de rodeiras, provocando a acumulação de água, podendo dar origem a hidroplanagem;
- poluição consequente do derrame de combustíveis e/ou lubrificantes que afetam os materiais da camada de desgaste.

Existem dois parâmetros que permitem fazer a avaliação do atrito: o coeficiente de atrito longitudinal (CAL) e o coeficiente de atrito transversal (CAT). O CAL tem influência principalmente na distância de paragem. No entanto, para este caso, o de maior importância diz respeito ao CAT, pois este parâmetro influencia o nível de acidentes e a velocidade de circulação em curva, particularmente quando o pavimento está molhado.

Ao longo da via acumulam-se partículas que resultam do desgaste do próprio pavimento, do desgaste dos pneus e da acumulação de poeiras. Quando chove, as partículas misturam-se com a chuva e produzem uma fina camada de lama que vai reduzir o atrito entre o pavimento e os pneus dos veículos. Porém, passadas algumas horas ou minutos, essa fina camada é removida pela chuva, aumentando um pouco o coeficiente de atrito que é possível mobilizar. Assim que termina a queda da chuva, inicia-se a secagem do pavimento e o CAT passa a ter um valor que representa o valor normal em período seco (Figura 2.16). A situação em que há ocorrência de chuva (valor B), em conjunto com o tempo necessário para a superfície do pavimento ficar seca, depende de diversos fatores, entre os quais se podem mencionar os seguintes:

- perfil transversal do pavimento;
- macrotextura do pavimento;
- permeabilidade da camada de desgaste.

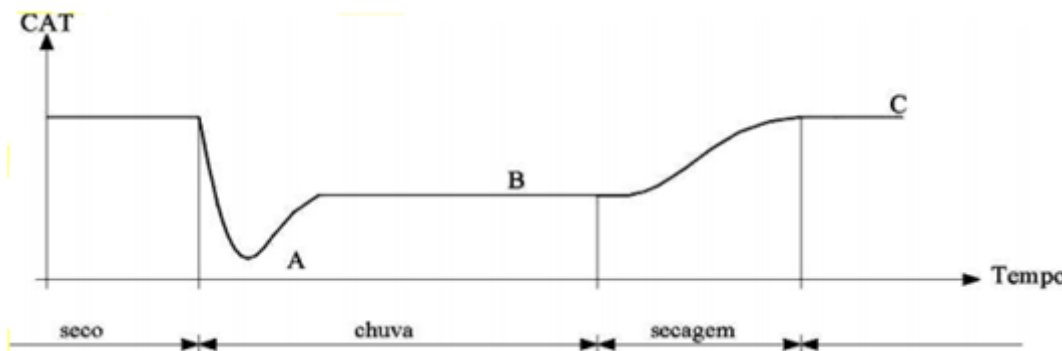


Figura 2.16. Evolução do atrito num curto espaço de tempo (adaptado de Branco, Pereira et al, 2008)

De acordo com a AIPCR (2003), existem duas formas de identificar os problemas de atrito deficientes:

1. inspeções visuais das condições superficiais do pavimento;
2. ensaios de avaliação do atrito.

As observações da superfície podem não ser muito objetivas, podendo ser difícil identificar os problemas por pessoas pouco familiarizadas com os problemas de falta de atrito. Contudo, os problemas de falta de macrotextura superficial são geralmente fáceis de identificar.

A Figura 2.17 que se apresenta em seguida, mostra como se identifica a microtextura e a macrotextura, as quais têm uma influência considerável no atrito.

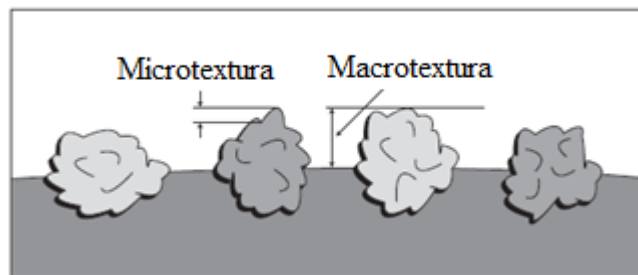


Figura 2.17. Diferença entre macro e microtextura (adaptado de AIPCR, 2003)

A microtextura resulta das irregularidades geométricas da superfície do pavimento, e é definida para amplitudes menores ou iguais a 0,5 mm. Esta propriedade pode ser medida em laboratório através do microscópio. A macrotextura é definida para amplitudes entre 0,5 a 50 mm e pode ser avaliada através de um método volumétrico (ensaio da mancha de areia) ou através de um método baseado em laser.

A microtextura contribui de forma importante para o valor do atrito quando se praticam velocidades reduzidas, enquanto a microtextura e a macrotextura em conjunto, são necessárias para a prática de velocidades elevadas (Figura 2.18).

Da análise da Figura 2.18, conclui-se que a superfície de um pavimento deve ter simultaneamente uma textura grosseira (macrotextura) e áspera (microtextura), obtendo-se, deste modo, uma melhor resistência à derrapagem para as velocidades típicas de circulação dos veículos.

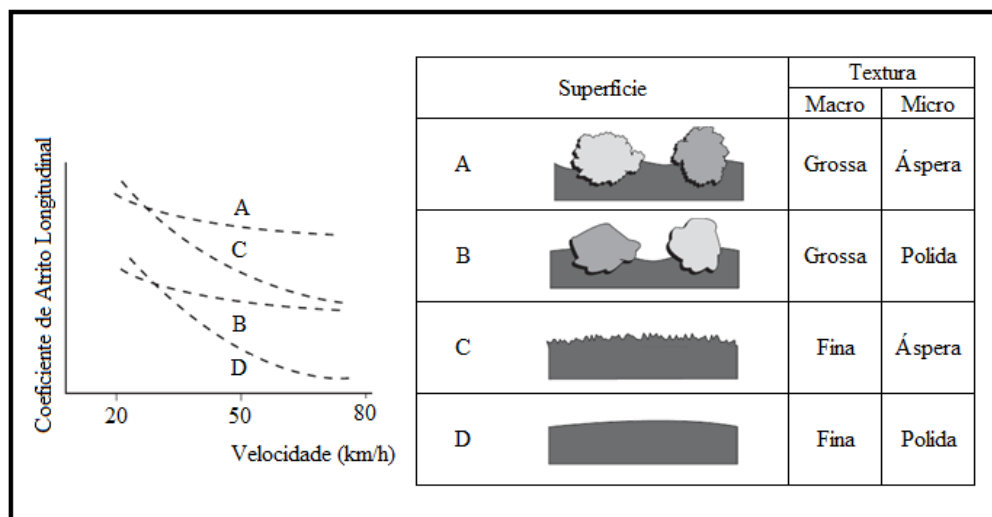


Figura 2.18. Influência da macro e microtextura na aderência com o piso molhado (à esquerda) e classificação da textura superficial dos pavimentos (à direita) (adaptado de AIPCR, 2003)

Ao longo dos anos foram desenvolvidos ensaios que permitem medir as características de atrito superficiais do pavimento.

Estes testes podem ser divididos em duas categorias (AIPCR, 2003):

- ✓ Ensaios estatísticos (Pêndulo Britânico);
- ✓ Ensaios dinâmicos (SCRIM).

As condições de atrito podem ser melhoradas colocando uma nova camada superficial de pavimento com boa textura superficial e/ou através da melhoria da drenagem superficial da água. As camadas rugosas e as porosas são boas soluções para a melhoria das condições de drenagem superficial. As primeiras porque apresentam uma profundidade da textura (macrotextura) mais elevada, e as segundas porque permitem a drenagem da água no seu interior, eliminando a película superficial de água.

2.5. Considerações Finais

No capítulo pretendeu-se dar a conhecer o ambiente rodoviário em meio urbano. Para apoiar nessa descrição foram apresentadas as diferentes geometrias que as interseções podem tomar e definiram-se as condições que são mais propícias para a sua escolha. Para complementar foram enunciados princípios fundamentais para a implementação da sinalização nas interseções, os quais se revelaram de grande importância, uma vez que em conjunto com a geometria contribuem para um ambiente propício à redução da sinistralidade rodoviária.

Num dos subcapítulos foram discutidas as características funcionais dos pavimentos, de maneira a mostrar como podem influenciar na ocorrência de acidentes rodoviários.

3. ASPETOS GERAIS DO ESTUDO DA SEGURANÇA EM INTERSEÇÕES EM MEIO URBANO

3.1. Considerações Iniciais

No presente capítulo serão apresentados os conflitos mais frequentes nas interseções e quais as causas que contribuem para a ocorrência desses conflitos. Além disso, serão também destacados os indicadores de sinistralidade.

Por último, serão abordadas as medidas de apoio à segurança nas interseções, as quais vão ser descritas de acordo com o livro “The Handbook of Road Safety Measures” (Elvik et al, 2004), e que têm como objetivo solucionar e minimizar o número de conflitos que caracterizam as interseções.

3.2. Identificação dos Pontos Conflitantes nas Interseções

Os pontos conflitantes correspondem aos locais de interseção entre as trajetórias dos movimentos conflitantes resultantes das correntes de tráfego.

Quando pelo menos duas vias se intersejam, torna-se possível compreender os vários fatores que influenciam o número e o tipo de pontos conflitantes que resultam dos diversos tipos de manobras. Estes fatores podem sintetizar-se da seguinte forma (Silva et al, 2008a):

- Número de vias intersejadas;
- Número de vias em cada ramo afluente;
- Sentidos de trânsito contemplados;
- Existência ou não de canalização de movimentos.

3.3. Pontos Conflitantes de Acordo com a Geometria

Normalmente o número de conflitos aumenta ou diminui de acordo com a geometria da interseção. Os cruzamentos normais em cruz apresentam 32 pontos de conflito (resultantes do somatório de 8 pontos de divergência, 8 pontos de convergência e 16 pontos de interseção), os entroncamentos têm apenas 9 pontos de conflito e as rotundas apresentam somente 8 pontos conflitantes (Figura 3.1), os quais resultam do somatório de 4 pontos de divergência e de 4 pontos de convergência.

Assim sendo, as rotundas e os entroncamentos são vantajosos do ponto de vista do número de conflitos comparativamente com outros tipos de interseções.

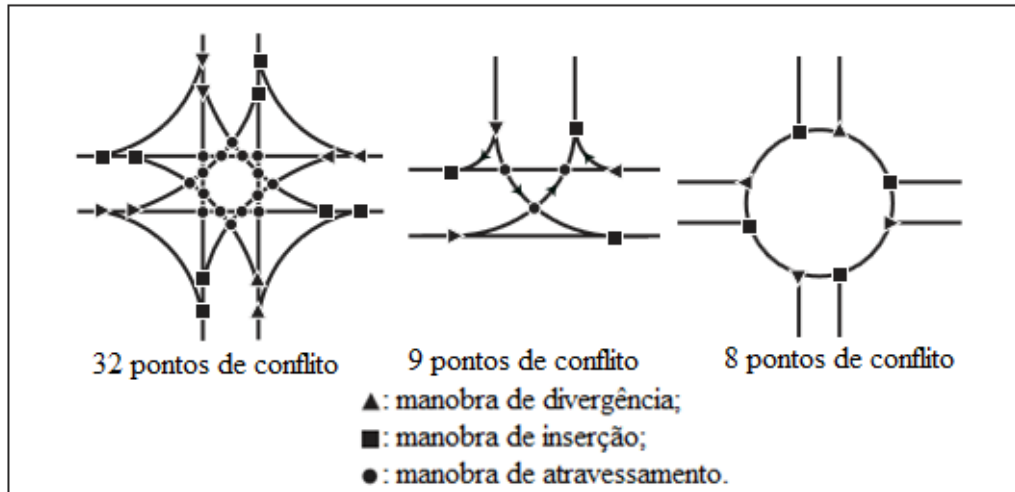


Figura 3.1. Pontos conflitantes nas diferentes interseções (adaptado de AIPCR, 2003)

3.3.1. Cruzamentos Prioritários

De acordo com os diferentes tipos de manobras, existem quatro tipos básicos de conflitos rodoviários num cruzamento prioritário (Quadro 3.1), nomeadamente:

- Divergência;
- Inserção;
- Atravessamento;
- Entrecruzamento.

Quadro 3.1. Tipos de conflitos em cruzamentos prioritários

MANOBRAS	REPRESENTAÇÃO
Divergência	
Convergência	
Atravessamento	
Entrecruzamento	

A descrição das várias manobras teve como principal referência o Capítulo “Interseções Prioritárias e de Viragem à Direita” do Manual de Planeamento das Acessibilidades e da Gestão Viária (Silva et al, 2008a), nomeadamente:

a) Manobra de Divergência

Este tipo de manobra consiste na divisão de uma corrente de tráfego em duas, ou quando o condutor tem como alternativa mudar de direção. Ou seja, esta manobra surge quando dois movimentos de tráfego se separam (Marques, 2005). A manobra de divergência é caracterizada pela sua simplicidade e reduzido nível de perigosidade. No entanto, o acidente que corresponde habitualmente a este tipo manobra é o embate/colisão frente-traseira (Figura 3.2). Este embate acontece no momento de desaceleração dos veículos que querem mudar de direção.

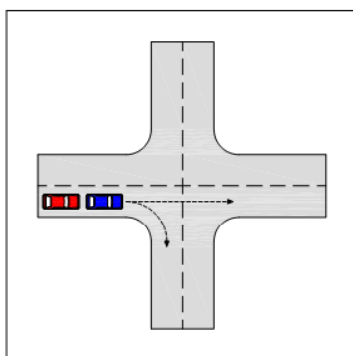


Figura 3.2. Manobra de divergência (adaptado de Magalhães, 2011)

b) Manobra de Convergência

Quando um determinado condutor que circula na via não prioritária quer entrar na corrente prioritária, é importante que avalie previamente o intervalo de tempo de que dispõe para se inserir nessa corrente sem causar problemas aos restantes veículos que estão em circulação, garantindo assim a segurança para ambas as correntes de tráfego.

Os dois tipos de acidentes mais comuns neste tipo de manobra são do tipo frente-lateral ou lateral-lateral (Figura 3.3). O nível de gravidade destes acidentes é função da velocidade de circulação e do ângulo do ângulo de convergência.

Comparativamente com a manobra anterior, a manobra de inserção é simples, embora acarrete um grau de perigosidade relativamente elevado.

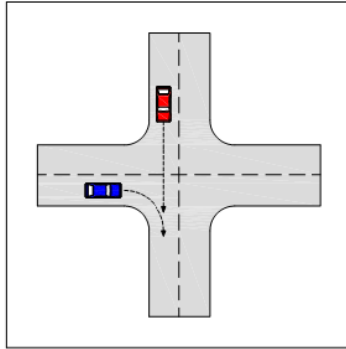


Figura 3.3. Manobra de convergência (adaptado de Magalhães, 2011)

c) Manobra de Atravessamento

A manobra de atravessamento (Figura 3.4) é a manobra que representa maior grau de perigosidade. Este tipo de manobra corresponde ao atravessamento de um veículo que circula numa via não prioritária. O condutor precisa de avaliar os intervalos de tempo de que dispõe para fazer esse atravessamento sem que coloque em causa a sua própria segurança, bem como a dos restantes condutores. O tipo de acidente mais comum neste tipo de manobra é do tipo frente-lateral.

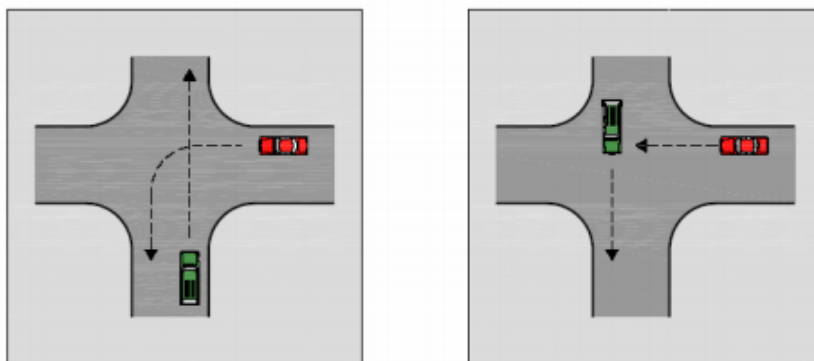


Figura 3.4. Exemplos de manobra de atravessamento (adaptado de Magalhães, 2011)

d) Manobra de Entrecruzamento

É encarada como o entrecruzamento de duas correntes de tráfego e resulta de dois tipos de manobras, de convergência e de divergência.

As colisões são normalmente do tipo lateral-lateral, e o nível de gravidade é influenciado sobretudo pelas velocidades praticadas pelas várias correntes de tráfego.

No Quadro 3.2 apresenta-se um resumo dos conflitos mais correntes em interseções, bem como o tipo de manobras do condutor que dão origem a esses conflitos.

Quadro 3.2. Resumo dos conflitos em intersecções (adaptado de Ferreira, 2002)

Tipo de Acidente	Manobras do Condutor
Colisão Frontal	Ultrapassagem pela esquerda Mudança de direção
Colisão Traseira	Mudança de direção Travagem brusca
Colisão Lateral	Veículos com direções perpendiculares Mudança de direção Saída de estacionamento ou de rua particular Mudança da via de trânsito
Embate com obstáculos na faixa de rodagem ou com veículo parado	-
Colisão com choque em cadeia	-
Despiste	-
Atropelamento de peões	-

3.3.2. Rotundas

Tipos de acidentes mais frequentes nas rotundas:

- Colisões laterais no anel de circulação;
- Colisões com a ilha central;
- Colisões entre veículos entrando e circulando no anel (colisões do tipo frente-traseira);
- Despiste;
- Invasão da ilha central (distração, incorreta deflexão dos movimentos ou ausência de controlo do veículo);
- Não cedência de passagem.

Deste modo, é importante apostar em medidas que contribuam eficazmente para a redução desses conflitos.

Com o objetivo de mitigar todas as práticas incorretas que os condutores cometem nas rotundas há necessidade de implementar determinadas medidas, nomeadamente (Seco et al, 2008b):

- Assegurar adequados níveis de visibilidade, os quais são conseguidos através da desobstrução de vegetação e outros elementos colocados na ilha central, como sinais colocados em locais que prejudicam a visibilidade da rotunda;
- Localizar as intersecções em locais preferencialmente planos e evitar curvas verticais convexas ou curvas com raio apertado;
- Adotar iluminação pública, a qual vai facilitar a condução, sobretudo em condições noturnas, e permitir que o condutor se aperceba da existência da rotunda. Esta medida permite reduzir a probabilidade de acidentes noturnos, em cerca de 75%. Os postes devem ser colocados no contorno da rotunda pelo exterior;
- Colocar corretamente a sinalização vertical.

É importante salientar que está comprovada a eficiência das rotundas no que respeita à redução dos pontos de conflito quando comparadas com os cruzamentos prioritários, havendo em média uma redução das taxas de sinistralidade em cerca de 40% (Seco et al, 2008b). Porém, isto só se verifica se as rotundas forem corretamente concebidas e localizadas. Caso contrário o ambiente será propício à ocorrência de acidentes. A segurança nestas interseções é superior quando comparadas com outras soluções, visto que não existem os movimentos responsáveis pelos acidentes mais graves (atravessamentos e viragens à esquerda). Segundo Elvik et al (2004), a introdução de rotundas reduz o número de acidentes entre 10 a 40%, dependendo do número de entradas bem como do tráfego afluente a cada entrada.

A implementação de rotundas obriga a um estudo prévio dos critérios e regras de dimensionamento. Não é possível implementar uma rotunda apenas pelo facto de uma determinada interseção não funcionar adequadamente, sem que sejam primeiro verificadas todas as condições necessárias para o bom funcionamento de uma dada rotunda.

Em áreas urbanas, podem ser adotadas algumas variações, nomeadamente (AIPCR, 2003):

- A inclinação pode aumentar até 25%;
- Podem ser tolerados obstáculos um pouco mais agressivos (em circunstâncias específicas).

A implementação de rotundas em cruzamentos é preferível em rodovias divididas com um volume de tráfego equilibrado (AIPCR, 2003). Os aspetos que devem ser atendidos, à semelhança dos cruzamentos, são os seguintes: legibilidade, segurança e amenidade de circulação, e fluidez e capacidade.

A descrição dos critérios que uma rotunda deve cumprir baseia-se no Capítulo “Rotundas” do Manual de Planeamento das Acessibilidades e da Gestão Viária (Silva et al, 2008b) e nas Disposições Normativas “Dimensionamento de Rotundas” (Silva et al, 2009).

O **critério da legibilidade** traduz-se na maior ou menor capacidade do condutor para se conseguir adaptar às condições que lhe são impostas, condições essas que dizem respeito à geometria da rotunda e à correta leitura do meio onde se insere o condutor. Este critério presume que sejam reunidas as condições que permitem responder à natural expectativa dos condutores. Quer isto dizer que o ideal seria os condutores não serem surpreendidos quando encaram uma rotunda, sobretudo aqueles que circulam pela primeira vez num determinado local.

O critério da legibilidade foi concebido com o intuito de evitar determinadas falhas que os condutores cometem quando tentam entrar na rotunda e também dos que já estão a circular nela.

Quando se pensa neste critério é fulcral que este desempenhe o princípio de “dificultar as entradas e facilitar as saídas”. Esta afirmação pretende alertar para alguns aspetos da geometria da rotunda, a qual deve causar no condutor a obrigação de reduzir a velocidade

(boa deflexão dos movimentos) quando pretende entrar na rotunda e, simultaneamente, ser capaz de sair sem entrar em conflito com os veículos que já estão a circular na rotunda. Este critério torna-se bastante importante sobretudo em meio urbano, o qual é caracterizado por um ambiente diferente do interurbano, isto é, os condutores deste meio estão expostos a mais riscos que podem influenciar o número de acidentes (utentes vulneráveis, mais trânsito, ...).

Relativamente ao **critério da segurança e amenidade de circulação**, este é influenciado também pela geometria da rotunda, no que concerne à capacidade desta provocar uma redução da velocidade de circulação dos utentes que pretendem entrar. Ou seja, é importante compatibilizar todos os movimentos de modo a evitar acidentes, reduzir os tempos de espera e canalizar esses movimentos.

Por último, o **critério de fluidez e capacidade** torna-se relevante na medida em que uma rotunda deve ser projetada com o objetivo de conseguir albergar os níveis de procura local, sendo caracterizada por uma boa fluidez e canalização dos movimentos e, ainda, por uma redução dos tempos de espera (Seco et al, 2008).

Segundo Carvalheira (2002), as interseções giratórias permitem minimizar os acidentes com maior gravidade (viragens à esquerda e atravessamentos). Porém, há um incremento considerável de acidentes menos graves relativos aos conflitos que ocorrem à entrada e à saída destas interseções.

3.3.2.1. Aspetos Gerais a Considerar no Dimensionamento das Entradas das Rotundas

Uma vez que não se pretende aprofundar os aspetos que dizem respeito às rotundas, abordar-se-ão apenas os critérios de visibilidade, deflexão dos movimentos e canalização dos movimentos.

a) Critérios de Visibilidade

A visibilidade de uma rotunda é sem dúvida um dos aspetos mais relevantes e que influencia de uma forma direta a sinistralidade. Desta forma, é muito importante que o anel da rotunda esteja livre de quaisquer obstáculos físicos que possam colocar em causa a visibilidade do condutor na aproximação, entrada e atravessamento da rotunda.

Critério de visibilidade de aproximação: “o condutor de qualquer veículo à distância de visibilidade de paragem (DP), medida a partir da linha de cedência de prioridade, deve ser capaz de visualizar a existência da interseção” (Silva et al, 2002) (Figura 3.5). Este critério materializa-se através do traçado de um triângulo com um vértice localizado a 2 m da delimitação da via mais à direita e à distância DP, definida no Quadro 3.3, da linha de cedência de prioridade e a passar tangencialmente à ilha central (Silva et al, 2002).

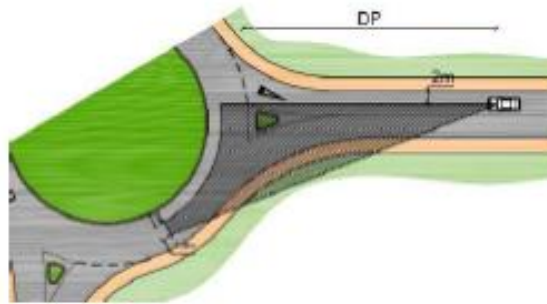


Figura 3.5. Distância de visibilidade de aproximação (adaptado de Silva et al, 2009)

Quadro 3.3. Distância de visibilidade de paragem (adaptado de JAE, 1993)

Vel. De tráfego (km/h)	40	50	60	70	80	100
DP (m)	40	60	80	100	120	180

Critério da visibilidade da entrada: “o condutor de qualquer veículo na proximidade da linha de cedência de prioridade (a cerca de 15m) deve ter uma percepção global da faixa de rodagem no anel à sua direita, eventualmente prolongada pela entrada precedente, por forma a aperceber-se da existência de eventuais veículos prioritários” (Figura 3.6 e Quadro 3.4).

Com este critério pretende-se assegurar a inexistência de obstruções da ilha central, dos ilhéus separadores e eventualmente dos espaços adjacentes, de maneira a que o condutor se insira em segurança na rotunda e minimize os conflitos entre os veículos que já estão a circular na rotunda e os que pretendem entrar (Silva et al, 2002).

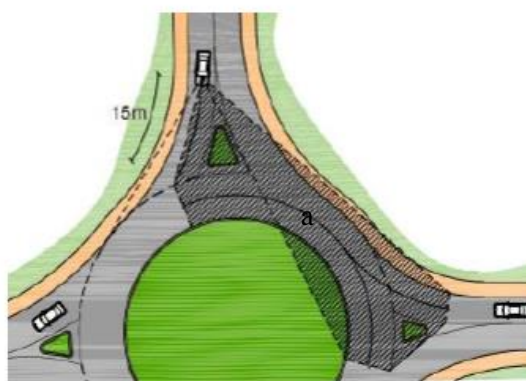


Figura 3.6. Critério de visibilidade à entrada (adaptado de Silva et al, 2009)

Quadro 3.4 . Distâncias de segurança segundo o diâmetro do círculo inscrito (adaptado de Silva et al, 2002)

DCI (m)	< 40	40 - 60	60 - 100	> 100
Distância (a)	Todo o cruz.	40	50	70

Critério de visibilidade do anel: “o condutor de qualquer veículo que circule no anel, deve visualizar a faixa de rodagem à sua frente, ao longo de um comprimento de segurança, como função da geometria adotada” (Figura 3.7).

Este critério pretende dar ênfase à desobstrução de elementos físicos que possam pôr em risco a visibilidade a partir da intersecção (Silva et al, 2002).



Figura 3.7. Critério de visibilidade do anel (adaptado de Silva et al, 2009)

Critério da visibilidade das travessias pedonais: “o condutor de qualquer veículo na proximidade da entrada deve visualizar, a pelo menos uma distância igual à DP, a globalidade das travessias pedonais eventualmente existentes nessa entrada. Depois de atingida a linha de cedência de prioridade, o condutor deverá ainda conseguir perceber a existência de travessias pedonais localizadas na saída consecutiva, desde que colocadas a menos de 50m da delimitação do anel” (Figura 3.8).

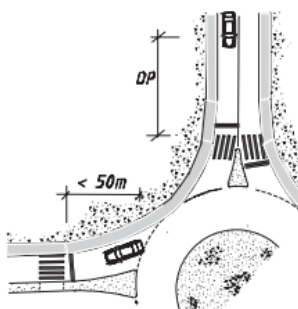


Figura 3.8. Critério de visibilidade das travessias pedonais (adaptado de Silva et al, 2008b).

b) Deflexão dos movimentos

A deflexão dos movimentos em rotundas deve ser respeitada a partir do momento em que o condutor entra e atravessa a rotunda, evitando que qualquer veículo transponha o anel central.

A deflexão dos movimentos pretende também obrigar o condutor a adotar velocidades mais reduzidas enquanto circula na rotunda.

Tal como foi referido, com o objetivo de evitar que o veículo invada o anel central, o condutor está sujeito a uma deflexão mínima “sempre que a trajetória de menor esforço, integre um raio inferior a 100m num desenvolvimento mínimo de 20m, nas imediações da linha de cedência de prioridade, preferencialmente nos 50m que a precedem” (Silva et al, 2002).

Na Figura 3.9 podem observar-se duas situações distintas. O trajeto a vermelho representa um caso de má deflexão, ou seja, o condutor dá entrada na rotunda quase em linha reta sem deflectir a sua trajetória permitindo-lhe manter a mesma velocidade. A verde apresenta-se uma situação em que há uma boa deflexão dos movimentos. Nesta situação o condutor é obrigado a reduzir a velocidade para poder contornar a rotunda.



Figura 3.9. Exemplo de má (a vermelho) e boa (a verde) deflexão dos movimentos (adaptado de Silva et al, 2009)

Uma boa deflexão dos movimentos é conseguida através do:

- Restabelecimento dos ramos afluentes que imponha um desfasamento entre as entradas e saídas;
- Aumento da ilha central ou a sua translação para a direita;
- Alargamento dos ilhéus separadores.

3.3.3. Soluções semaforizadas

As soluções semaforizadas têm como objetivo separar os pontos de conflito, no tempo. Estas soluções permitem aumentar os níveis de segurança rodoviária, sendo necessário fazer um estudo prévio dos seguintes aspetos: grau de segregação temporal entre os movimentos direcionais conflitantes que emergem entre os veículos motorizados e os utilizadores mais vulneráveis (peões e ciclistas); capacidade de resposta dos veículos motorizados relativamente ao faseamento dos semáforos; correta implementação dos princípios básicos de desenho geométrico e dimensionamento dos planos de regulação semafórica (Seco et al, 2008b). Com esta solução, tal como nas restantes, é importante que os utilizadores não sejam surpreendidos com soluções que possam ter um impacto negativo na sua abordagem da interseção.

Um dos conflitos mais prováveis neste tipo de solução é o facto dos condutores nem sempre ponderarem bem se têm tempo de passar na transição do sinal amarelo para o sinal vermelho com segurança e, no caso dos peões, em que estes atravessam muitas vezes quando o sinal está vermelho. A pressa ou de distração são dois motivos que podem acarretar consequências negativas.

Na Figura 3.10 são caracterizados dois tipos de conflitos comuns nas soluções semaforizadas, nomeadamente os conflitos primários e os conflitos secundários. Em particular, os conflitos secundários correspondem aos movimentos de atravessamento e movimentos opostos de viragem. Nesta são tidos em consideração tanto os movimentos veiculares como também os movimentos pedonais.

Considera-se que apesar das interseções semaforizadas apresentarem dificuldades, são preferíveis a soluções onde prevalece a regra de prioridade à direita (Marques, 2005).

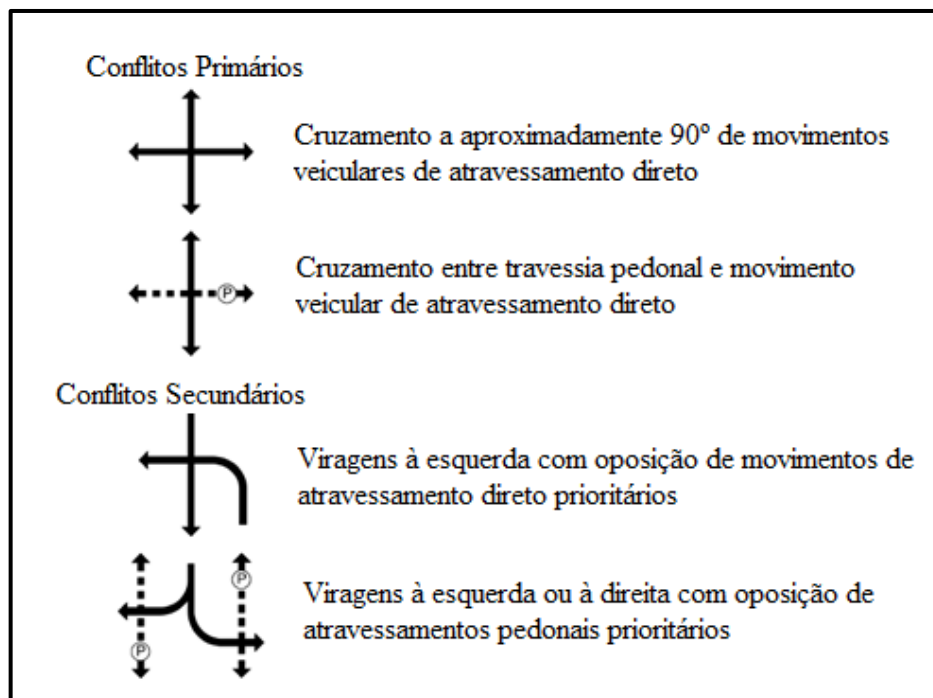


Figura 3.10. Tipos de movimentos relativos a movimentos direcionais incompatíveis (adaptado de Seco et al, 2008b)

Segundo Elvik et al (2004), a maioria dos acidentes rodoviários ocorre nas interseções dos meios urbanos. A fluência das correntes de tráfego nas interseções pode ser melhorada através do controlo da sinalização do tráfego (semaforização). O guia norueguês correspondente aos dispositivos de controlo de tráfego atua de 5 formas distintas:

- Melhoria da segurança do tráfego;

- Redução dos atrasos;
- Segurança das estradas que circundam as escolas;
- Prioridade dos transportes públicos;
- Eliminação da necessidade do controlo manual de tráfego.

O controlo semaforico do tráfego é introduzido usando os sinais de tráfego, que podem ser controlados segundo o tempo (mudança das fases após um determinado tempo, independentemente da quantidade de tráfego) ou através do acionamento do veículo (o comprimento das fases é ajustado à quantidade de veículos até um determinado comprimento máximo da fase). Os sinais de tráfego podem ser projetados com fases separadas para cada fluxo de tráfego num cruzamento ou através de fases comuns para alguns dos fluxos de tráfego. Na Noruega, é normal que os condutores que pretendem virar à direita partilhem a mesma fase com os peões que atravessam a estrada, enquanto para os condutores que viram à esquerda é normal estes partilharem a mesma fase que o tráfego.

O Quadro 3.5 permite fazer uma leitura breve do número de acidentes com vítimas e dos danos materiais causados em detrimento da semaforização de uma dada geometria (entroncamento ou cruzamento). Assim sendo, o número de acidentes reduz-se cerca de 15% nos entroncamentos e 30% nos cruzamentos, quando se implementa a semaforização. As colisões traseiras aumentam nas situações em que o veículo da frente tem de parar quando o sinal luminoso é vermelho e o veículo que vem por trás embate nesse.

Quadro 3.5. Efeitos da semaforização nos cruzamentos sobre o número de acidentes. Variação percentual no número de acidentes (adaptado de Elvik et al, 2004)

Gravidade do acidente	Tipo de acidente que é afetado	Melhor estimativa	Intervalo de confiança de 95%
	Semaforização de um entroncamento		
Acidentes com vítimas	Acidentes nas interseções	-15	(-25;-5)
Danos materiais	Acidentes nas interseções	-15	(-40;+15)
	Semaforização de um cruzamento		
Acidentes com vítimas	Acidentes nas interseções	-30	(-35;-25)
Danos materiais	Acidentes nas interseções	-35	(-45;-25)

3.4. Indicadores de Sinistralidade em Meio Urbano

Neste subcapítulo apresentam-se alguns dos indicadores habitualmente utilizados para caracterizar a sinistralidade rodoviária em meio urbano.

O **Indicador de Gravidade (IG)** é calculado através da seguinte expressão:

$$IG = 100 M + 10 FG + 3 FL \quad (3.1)$$

Onde:

M representa o número de mortos, FG o de feridos graves e FL o de feridos ligeiros.

O Indicador de Gravidade será tanto maior quanto maior for o número de mortos, feridos graves e/ou feridos ligeiros.

Já o **Índice de Gravidade** corresponde ao número de mortos por 100 acidentes com vítimas. Este índice caracteriza a probabilidade de ocorrência de vítimas mortais em acidentes com vítimas.

A idade e sexo dos condutores, as condições superficiais dos pavimentos, a sinalização dos cruzamentos, as condições atmosféricas, bem como o ângulo da interseção, são alguns dos fatores que podem causar acidentes rodoviários em meio urbano e aumentar a gravidade das suas consequências.

Os dados de sinistralidade recolhidos em muitos países mostram que a idade dos condutores é um fator que influencia a sinistralidade rodoviária. Este fator e outros, como por exemplo as condições superficiais dos pavimentos, podem contribuir para a ocorrência dos designados “pontos negros” (*blackspots*). Note-se que, um condutor com idade avançada tende a ter menos agilidade que uma pessoa mais nova. Este conceito, segundo a ANSR, diz respeito a um *“lanço de estrada com o máximo de 200 metros de extensão, no qual se registaram, pelo menos, 5 acidentes com vítimas, no ano em análise, e cuja soma de indicadores de gravidade é superior a 20”*. Na verdade os “pontos negros” não representam pontos mas trechos, porque não é possível estabelecer um ponto onde ocorreram os vários acidentes, devendo designar-se mais corretamente por “trechos de acumulação de acidentes”. Como a própria designação sugere, aqueles trechos são caracterizados pela ocorrência frequente de acidentes ao longo da sua extensão.

Assim, os trechos de acumulação de acidentes são locais onde ocorrem acidentes com grande frequência e gravidade. No entanto, em algumas situações é difícil encontrar uma explicação plausível para a elevada afluência de acidentes.

Por vezes, altera-se a geometria e/ou o ambiente rodoviário num trecho de acumulação de acidentes com vista à eliminação de um trecho de acumulação de acidentes. Todavia, vários autores referem que alguns “pontos negros” são eliminados mas pode verificar-se migração de acidentes para locais vizinhos (AIPCR, 2003).

A partir do momento em que são feitas intervenções em determinados pontos da rede torna-se relevante que o mesmo problema não se repita, ou que não migre, nas vizinhanças do local onde foi efetuada a anterior intervenção (Carvalheira, 2002). Porém, a migração ocorre sobretudo em trechos de via e não em cruzamentos.

A taxa de acidentes constitui também um bom indicador da necessidade de modificar a gestão de uma interseção. A taxa de acidentes representa o quociente entre o número de ocorrências

e a quantidade de veículos expostos a essa ocorrência numa determinada unidade de tempo (Marques, 2005).

Dispondo de indicadores que permitem quantificar a sinistralidade rodoviária, pode tentar-se a previsão de indicadores futuros com base em fatores que são utilizados como dados de entrada em modelos de previsão. Os modelos podem ser usados para identificar os fatores que afetam a segurança rodoviária, identificar os trechos de acumulação de acidentes e analisar a segurança da rede, utilizando variáveis explicativas nesses mesmos modelos.

Em 1990, na Dinamarca, Greibe (2003) criou modelos de estimativa de frequência de acidentes (MEFA) que se destinavam a segmentos e interseções urbanas com 3 ou 4 ramos, com ou sem sinais luminosos. Os modelos utilizados eram baseados na distribuição de Poisson, fazendo a previsão da taxa de acidentes de trânsito em 1.036 interseções e 142 km de segmentos rodoviários. Neste caso, as variáveis utilizadas foram: o limite de velocidade, a largura da estrada, o número de saídas por quilómetro, o número de estradas laterais por quilómetro, o estacionamento e os usos do solo. Contudo, a variável volume de tráfego teve maior poder de explicação para secções e interseções, representando cerca de 90% e 30% da componente sistemática dos modelos, respetivamente (Ferreira et al, 2013).

Quanto aos atropelamentos em interseções, mais concretamente em rotundas, foram elaborados modelos por Garder (2004). Este utilizou modelos multiplicativos que envolveram somente como variáveis explicativas o tráfego de veículos motorizados e o tráfego pedonal.

3.5. Medidas de Apoio à Segurança nas Interseções

O crescimento da população fez com que o zonamento urbano se desenvolvesse de modo a acompanhar esse mesmo crescimento. Ou seja, com o aparecimento de novos arruamentos, surgiram os primeiros conflitos entre o tráfego automóvel e os utentes mais vulneráveis (peões e ciclistas).

Em meio urbano, devido à prática de velocidades descontroladas por parte de alguns automobilistas, devem ser adotadas medidas de acalmia de tráfego. Estas medidas têm como objetivo fazer reduzir as velocidades elevadas, e implementar técnicas ou fazer alterações ao nível da infraestrutura de maneira a diminuir os danos. Desta forma, estas técnicas vão facultar uma circulação menos perigosa, permitindo melhores condições de acessibilidade aos serviços e comércio, salvaguardando os níveis de segurança que são exigidos para todos os utilizadores que utilizam as infraestruturas rodoviárias urbanas.

Podem ser aplicadas medidas de baixo custo cujo principal objetivo é reduzir os problemas associados à sinistralidade nas interseções. Algumas dessas medidas são:

- Sinalização rodoviária;
- Iluminação noturna;

- Melhoria das condições da área adjacente à faixa de rodagem (por exemplo, colocação de separador central e intervenções na berma);
- Utilização de camadas de pavimento de grande resistência à derrapagem;
- Melhoria das condições de visibilidade (respeitar o triângulo de visibilidade);
- Modificação da geometria numa interseção ou introdução de sinalização luminosa.

Importa sublinhar que mais de 70% dos acidentes rodoviários sucedem em espaço urbano, sendo que os peões e os ciclistas são, sem dúvida, a classe mais prejudicada (LNEC, 2011). Por isso, além das medidas corretivas genéricas referidas, podem implementar-se medidas de apoio à segurança rodoviária nas interseções, as quais se apresentam de forma sintética nas próximas secções.

3.6. Elementos Físicos de Acalmia de Tráfego em Meio Urbano nas Interseções

Há necessidade de implementar medidas de acalmia de tráfego para compatibilizar as múltiplas funções viárias urbanas, umas mais ligadas à função de acesso necessária ao comércio, à habitação e ao lazer, e outras mais próximas da função de mobilidade. A ocorrência de acidentes ao nível das interseções está também ligada à multiplicidade de funções referidas. Assim, a acalmia de tráfego é uma técnica que pretende compatibilizar as funções que dizem respeito à mobilidade rodoviária nas zonas urbanas e às funções de acessibilidade local (Silva et al, 2011).

A descrição das medidas que se seguem baseia-se nas Disposições Normativas “Volume 1 – Medidas Individuais Aplicadas em Atravessamentos de Localidades” para o InIR (Silva, 2011)

- Estrangulamentos nas interseções;
- Barreiras em interseções;
- Interseções elevadas;
- Lombas.

3.6.1. Estrangulamentos nas Interseções

Os estrangulamentos das interseções caracterizam-se pela extensão dos passeios no interior dos cruzamentos (Figura 3.11). Esta medida pretende reduzir o raio de viragem de maneira a que os condutores reduzam a velocidade de viragem. Porém, o principal objetivo prende-se com a segurança dos peões, uma vez que o aumento da extensão dos passeios permite aumentar a visibilidade, reduzir o comprimento de atravessamento e reduzir a exposição ao risco. Do ponto de vista do tráfego, esta medida atuará na redução do estacionamento ilegal nas entradas de cruzamentos.

Esta medida pode aplicar-se em todas as zonas, incluindo o atravessamento de povoações, com velocidades limitadas, entre 40 e 50 km/h, e com tráfego pedonal elevado, desde que o volume de tráfego seja inferior ou igual a 20 000 veículos/dia. (Silva, 2011).

No caso das interseções em T pretende-se que os condutores prioritários circulem com velocidades moderadas (Figura 3.12).

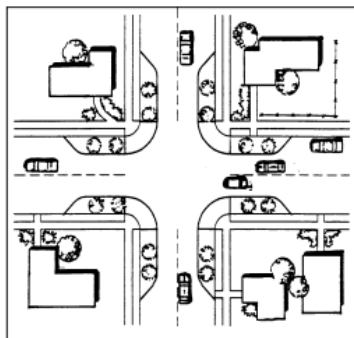


Figura 3.11. Estrangulamentos nas interseções (ITE, 2014)

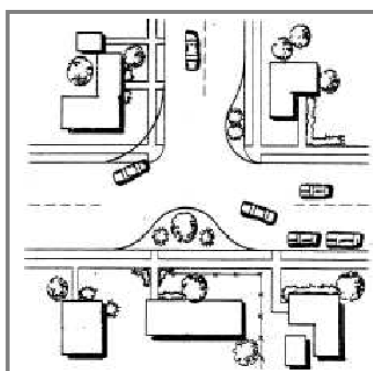


Figura 3.12. Deflexões na interseção (ITE, 2014)

3.6.2. Barreiras em Interseções

As barreiras (Figura 3.13) são caracterizadas pela colocação de ilhéus ou separadores centrais, cuja função é impedir a realização de determinados movimentos direcionais.

De acordo com a geometria da barreira pode impedir-se o acesso a uma determinada rua ou condicionar somente alguns movimentos indesejados, quer por motivos de segurança, quer como maneira de controlar eventuais disfunções da rede viária local. Podem distinguir-se dois tipos de barreiras, de acordo com o seu posicionamento relativamente às entradas e aos movimentos que se desejam impedir: as barreiras centrais e as barreiras diagonais.

As barreiras poderão ser transponíveis, permitindo que os veículos de emergência galguem as mesmas, em situações em que os percursos alternativos obriguem a um aumento significativo da extensão. Uma vez que os ciclistas podem ser afetados por estas medidas, as barreiras podem ser interrompidas numa largura para permitir a sua passagem.

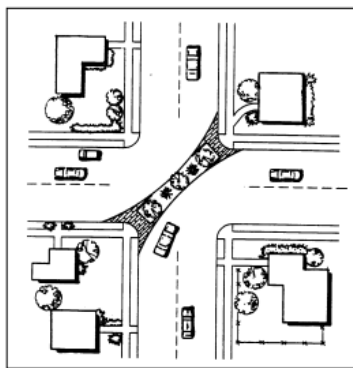


Figura 3.13. Desvios forçados (ITE, 2014)

3.6.3. Interseções Elevadas

Esta medida é caracterizada por uma plataforma elevada que abrange todo o interior e fronteiras de um cruzamento (Figura 3.14). Esta plataforma é concebida de modo a que a sua área fique a um nível bastante próximo do nível dos passeios.

O acesso a essa plataforma é realizado a partir de rampas que estão localizadas nas proximidades. Os objetivos desta medida são reduzir a velocidade de circulação automóvel, aumentar o nível de alerta por parte do condutor e aumentar o respeito pela presença do peão. As travessias pedonais devem localizar-se na área elevada beneficiando o atravessamento dos peões, uma vez que os condutores terão obrigatoriamente que abrandar para poderem atravessar a plataforma.

A área elevada deve ter um material diferente do restante pavimento de maneira a que o condutor a aviste antecipadamente e tome as necessárias precauções ao atravessá-la.

As interseções elevadas podem ser aplicadas em vias locais, trechos com elevada atividade pedonal (zonas residenciais, comerciais e centrais) e zonas com volumes de tráfego reduzidos (TMDA inferior a 10 000 veículos por dia).

Uma aplicação concreta desta medida de acalmia de tráfego foi feita no Campus Pólo I da Universidade de Coimbra, que teve como objetivos a redução do tráfego de atravessamento, a redução do estacionamento na via pública e a criação de mais espaços para a circulação pedonal (Seco et al, 2008c).



Figura 3.14. Interseções elevadas (adaptado de Seco et al, 2008c)

3.6.4. Lombas

As lombas visam alterar o alinhamento vertical do espaço de circulação de modo a causar ao condutor um “ressalto” que o obrigará a abrandar (Figura 3.15). As lombas integram o grupo das deflexões verticais. O motivo da aplicação de lombas antes dos cruzamentos implica uma redução da velocidade à entrada dos mesmos.

As lombas podem assumir diferentes geometrias (IMTT, 2011):

- Trapezoidal: as lombas com esta geometria estão geralmente associadas ao atravessamento pedonal. Diz respeito a um ressalto em plataforma que ocupa toda a largura da via de circulação;
- Quadrilátera: é mais confortável para os autocarros e para as bicicletas. Constitui um ressalto em plataforma que ocupa a parte central da via de circulação;
- Circular: ressalto com secção circular que ocupa toda a largura da via de circulação, em secção, designada lomba. No início as lombas implementadas eram curtas (*speed humps*). Porém a sua utilização tem sido desaconselhada devido, principalmente, aos riscos para os ocupantes, danos nos veículos, ruído provocado na vizinhança próxima. Lombas com geometria circular, sinusoidal ou parabólica têm aproximadamente um comprimento de 4m e uma altura de 7,5 a 12 cm (Seco et al, 2008c).

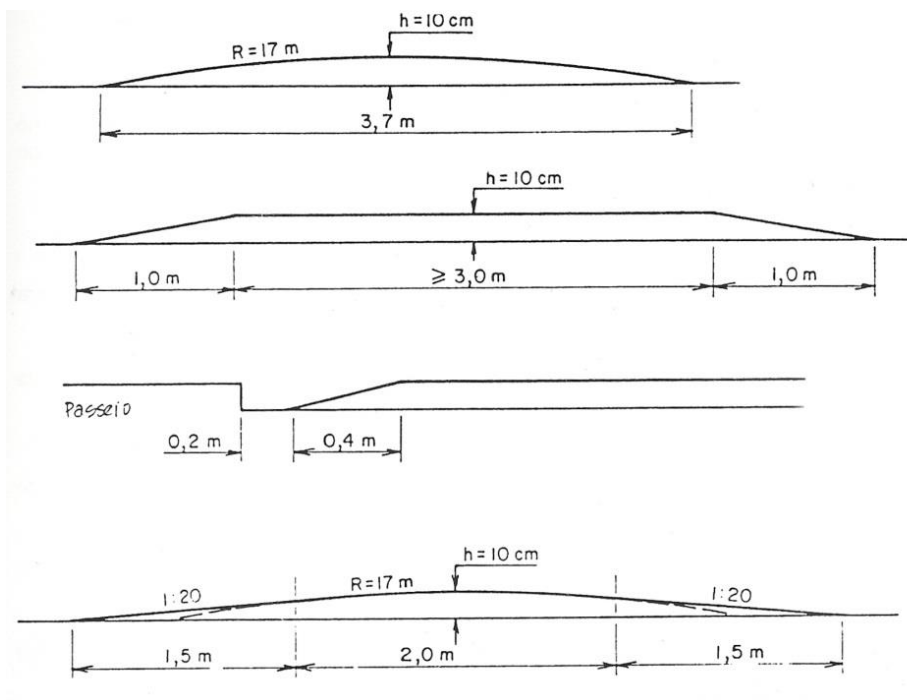


Figura 3.15. Tipos de seções de lombas (adaptado de Marques, 2005)

3.7. Medidas Aplicadas aos Cruzamentos de Nível

As interseções são espaços que permitem acomodar os vários modos de transporte e por este motivo são espaços onde prevalece uma grande acumulação de acidentes. Segundo Carvalheira (2010) é necessário ter em consideração alguns aspetos de dimensionamento que poderão ser suficientes para reduzir o número de acidentes.

Estudos estatísticos realizados na Inglaterra revelam que 51% dos acidentes ocorrem em cruzamentos incorporados na rede rodoviária urbana, dos quais mais de metade ocorre em cruzamentos prioritários (Seco et al, 2008b), embora sejam indicados valores diferentes em diversas fontes bibliográficas.

As medidas que se apresentam têm como objetivo aumentar a segurança rodoviária de maneira a que os pontos de conflito e os acidentes se reduzam, e que a gravidade dos acidentes que ocorrem seja também menor. Estas medidas seguem de perto as propostas sintetizadas por Carvalheira (2010) e indicadas no manual *The Handbook of Road Safety Measures* (Elvik et al, 2004) e que se enumeram de seguida:

- ✓ Canalização de tráfego em cruzamentos, a qual pode ser garantida de diversas formas:
 - canalização do tráfego de uma via sem prioridade;
 - vias de viragem à esquerda;
 - vias de viragem à direita;
 - criação de um ilhéu separador central no eixo da via;
 - vias de atravessamento direto;

- total canalização dos movimentos existentes no cruzamento;
- ✓ Rotundas;
- ✓ Redimensionamento das interseções de nível;
- ✓ Desalinhamento dos ramos no cruzamento.

3.7.1. Canalização de tráfego em cruzamentos

Aproximadamente 40% de todos os acidentes relatados à polícia norueguesa envolvem danos pessoais, e ocorrem em interseções. O número de acidentes que ocorrem em interseções é elevado sobretudo nas áreas urbanas, representando cerca de 58% (Elvik et al, 2004).

Uma das medidas que permite aumentar a segurança rodoviária nas interseções é a canalização dos movimentos, a qual compreende as seguintes alterações (Elvik et al, 2004):

- a segregação dos movimentos das correntes de tráfego, a qual reduzirá a área de conflito entre diferentes correntes de tráfego da interseção;
- o fornecimento de ângulos às interseções que permitam uma boa visibilidade;
- a definição dos padrões de condução e indicação de qual a via que tem prioridade num cruzamento.

Os vários tipos de intervenções podem ser concretizados como se descreve a seguir (Carvalheira, 2010).

- **Canalização do tráfego de uma via secundária (sem prioridade)**, a qual pode ser conseguida a partir de marcas rodoviárias no pavimento ou a partir de ilhéus direcionais. [Medidas de Engenharia de Baixo Custo - MEBC]
- **Vias de viragem à esquerda**, as quais segregam o tráfego que pretende virar à esquerda na via principal. Estas vias são garantidas através de marcas rodoviárias no pavimento ou da demarcação de vias segregadas. Importa mencionar que geralmente este movimento é o que causa situações de conflito mais graves quando não é segregado e quando não estão convenientemente definidas as prioridades. [MEBC]
- **Vias de viragem à direita**, as quais segregam o tráfego que pretende virar à direita na via principal. Estas vias são demarcadas como as vias de viragem à esquerda. [MEBC]
- **Criação de um ilhéu separador central no eixo da via**, o qual visa impedir as viragens à esquerda de todos os veículos que cruzam essa estrada. Constitui uma solução que altera a afetação do tráfego à rede. [MEBC]
- **Vias de atravessamento direto**, as quais têm como objetivo que o tráfego que pretende seguir em frente o faça sem ter de esperar pelos veículos que têm de parar

para virar à esquerda. Constituem uma alternativa às vias de viragem à esquerda, com a diferença de serem para atravessamentos diretos. Estas vias são mais largas de forma a cumprir o efeito pretendido. [MEBC]

- **Total canalização dos movimentos existentes no cruzamento**, que resulta na canalização de todos os movimentos, ou seja, quando é possível, permitir que todos os movimentos usufruam de vias próprias, as quais são delimitadas através de marcas rodoviárias ou ilhéus direcionais.

Segundo a Norma de Interseções da ex-JAE (JAE, 1993), para atender ao efeito canalização do tráfego, recorre-se à utilização de ilhéus direcionais ou marcas rodoviárias que mantenham bons níveis de segurança e ordem nos movimentos dos veículos e peões. É relevante que a prioridade dos movimentos principais numa intersecção seja assegurada. Relativamente aos movimentos secundários podem ser controlados através do(a):

- sinal STOP;
- encurvamento do traçado (que irá obrigar o condutor a adotar uma velocidade mais adequada para o efeito);
- afunilamento do perfil transversal;
- eliminação de algumas viragens.

Segundo a mesma norma, é essencial reduzir o ângulo das interseções para reduzir as áreas de conflito. Estas áreas de conflito são caracterizadas por grandes áreas pavimentadas numa intersecção (Figura 3.16). Assim sendo, há uma maior probabilidade de os veículos colidirem entre si, uma vez que há menos perceção e os condutores têm menos capacidade de preverem o movimento dos restantes veículos nessas zonas.

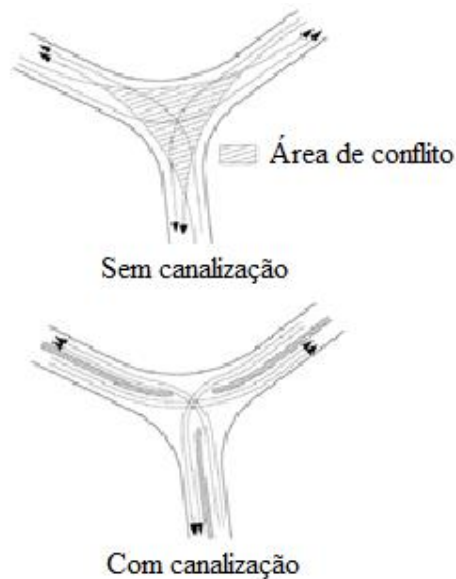


Figura 3.16. Área de conflito num entroncamento com e sem canalização (adaptado de Silva et al, 2008a)

Como a canalização é implementada através da materialização física dos separadores centrais e dos ilhéus separadores, revela-se uma solução vantajosa para a segurança rodoviária, pois permite dar às intersecções uma notoriedade visual maior. É importante referir que a canalização desincentiva sobretudo a manobra de ultrapassagem na zona de atravessamento das interseções.

Alguns estudos referidos por Gomes (2004), indicam que a implementação de medidas de canalização de tráfego fazem reduzir o número de acidentes em cerca de 25%.

Por último, e não menos importantes, os critérios de visibilidade aplicados nestas interseções passam pela colocação de obstáculos visuais (mobiliário urbano, vegetações, sinais de trânsito, etc.) em certos locais considerados menos críticos e, portanto, em locais que não prejudiquem a visibilidade.

Segundo a Norma de Interseções (JAE, 1993) os principais objetivos da canalização são os seguintes:

- garantir que o cruzamento das correntes de tráfego se realize de forma aproximadamente ortogonal e as convergências segundo ângulos muito agudos;
- desencorajar, ou proibir, os movimentos indesejáveis ou errados;
- distribuir no espaço, e no tempo, os pontos conflituantes;
- delinear as trajetórias que os veículos devem seguir;
- adotar velocidades convenientes;
- simplificar o movimento das correntes de tráfego prioritárias;
- simplificar o controlo da circulação com a sinalização.

3.7.2. Rotundas

A conversão de interseções em rotundas é uma forma de promover a segurança rodoviária, dado o seu número reduzido de pontos conflituantes, comparativamente à situação antes da introdução da rotunda, tal como mencionado anteriormente e como se pode observar na Figura 3.17.

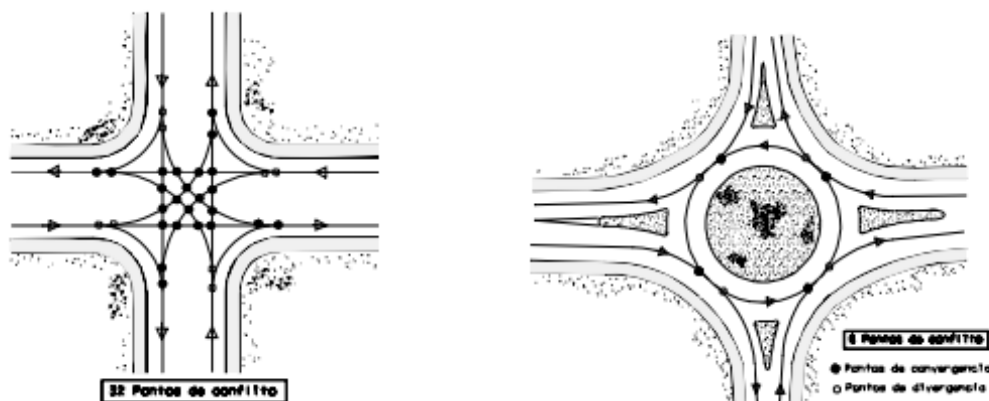


Figura 3.17. Pontos conflituantes em cruzamentos prioritários/rotundas (adaptado de Silva et al, 2004)

Com a aplicação de rotundas procura-se resolver problemas que dizem respeito às viragens à esquerda e à falta de visibilidade no cruzamento, devido à perda de prioridade em todas as entradas da rotunda. As rotundas promovem também a prática de velocidades reduzidas, uma vez que os veículos têm de deflectir a sua trajetória, possibilitando que o atravessamento do cruzamento se realize em condições mais seguras. Além disso, a própria geometria da rotunda, bem com a existência de passeadeiras para peões nas zonas urbanas, leva a que o condutor modere a velocidade.

As rotundas são utilizadas frequentemente em zonas de transição, mais concretamente na entrada de zonas urbanas ou zonas residenciais, onde são impostas alterações bruscas nos comportamentos dos condutores.

A prática de velocidades excessivas nas interseções não chega a ser tão grave no caso das rotundas, pois os condutores não sentem necessidade de compensar o tempo perdido neste movimento e, por isso, as velocidades praticadas, neste caso, raramente são desadequadas no seu interior (AIPCR, 2003).

Relativamente à dimensão da rotunda, quanto menor for a rotunda mais próximos estarão os ramos, verificando-se que os condutores ao tentarem entrar na rotunda prestam mais atenção aos restantes veículos que circulam na mesma. Contudo, há geralmente problemas para os peões nas entradas da rotunda, uma vez que estes podem não ser vistos pelos condutores dos veículos automóveis (AIPCR, 2003). Segundo o InIR (2009), as rotundas pretendem ainda:

- reduzir a utilização dos agentes reguladores de trânsito;
- aumentar a fluidez do tráfego;
- resolver os conflitos de interseção de vias;
- diminuir a gravidade dos acidentes e colisões;
- acalmar o tráfego em meio urbano;
- diminuir o tempo de acesso e de passagem;
- enfatizar a transição de ambientes rodoviários ou alteração das características físicas das infraestruturas (mudança do seu perfil transversal).

Segundo Elvik et al (2004), a implementação de rotundas pode reduzir o número de acidentes em cerca de 10 a 40%, dependendo do número de entradas e do tráfego que aflui a estas.

Embora este tipo de interseções sejam uma boa forma de acalmia de tráfego, pode revelar um mau desempenho, o qual depende das suas características e condições de circulação locais. A presença elevada de utilizadores mais vulneráveis pode exigir outras medidas, por exemplo a instalação de semáforos. Além destas desvantagens, acrescenta-se o facto de não ser dada prioridade aos transportes públicos ou veículos prioritários (Ferreira, 2010).

Na Figura 3.18 estão representados os vários tipos de acidentes mais comuns nas rotundas, tais como galgar a ilha central, galgar o separador central, colisões traseiras e laterais. O tipo de acidentes referido acontece, em grande medida, porque muitos automobilistas não sabem circular corretamente nas rotundas. O Código da Estrada sofreu uma revisão que entrou em vigor a 1 de janeiro de 2014 para, entre outras normas, clarificar as regras de circulação em rotundas.

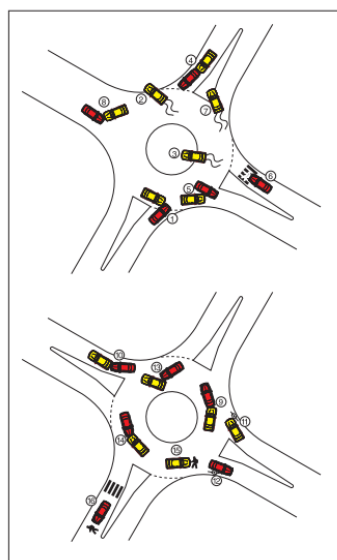


Figura 3.18. Conflitos mais comuns nas rotundas (adaptado de USDOT, 2010)

3.7.3. Redimensionamento das Interseções de Nível

Com o redimensionamento das interseções de nível pretende-se proporcionar uma melhoria das situações de visibilidade para os condutores que se aproximam das interseções, bem como facultar melhores condições para a realização de determinadas manobras.

As intervenções mais utilizadas são (Elvik et al, 2004):

- alterações do ângulo entre a via principal e a via secundária;
- melhoria das condições de visibilidade na interseção;
- mudanças nas inclinações longitudinais das ruas que se aproximam da interseção.

3.7.4. Desalinhamento dos Ramos nas Interseções de Nível

A situação mais favorável é quando se transforma um cruzamento de quatro entradas em dois entroncamentos (Elvik et al, 2004).

A situação do cruzamento com as entradas desalinhadas (Figura 3.19) é mais favorável uma vez que permite minimizar o número de pontos conflituantes, resultando em apenas 9 pontos conflituantes por interseção, perfazendo um total de 18 pontos conflituantes (Figura 3.20) abrangendo os pontos de convergência e divergência.

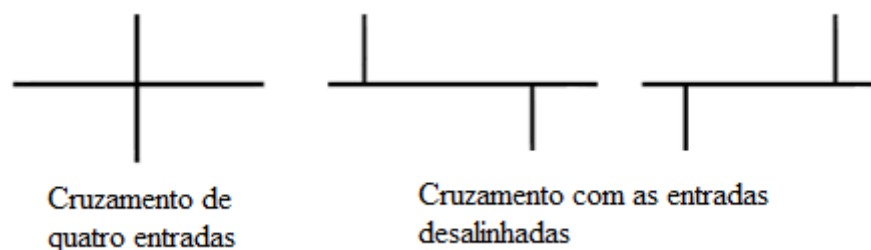


Figura 3.19. Desalinhamento dos ramos nas interseções reduzindo para 9 pontos de conflito (adaptado de Elvik et al, 2004; Carvalheira, 2010)

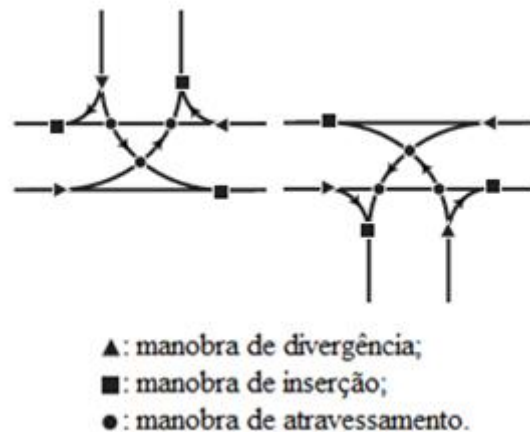


Figura 3.20. Número de pontos conflituantes no desalinhamento dos ramos das interseções de nível

3.8. Análise de Bases de Dados Existentes na Avaliação da Sinistralidade nas Interseções do Meio Urbano

Segundo Goodchild (1995), os Sistemas de Informação Geográfica (SIG) são geralmente utilizados para “identificar uma base de dados [...] objetos com uma localização geográfica precisa, com um *software* para desempenhar funções de entrada, manipulação, análise e saída. Além da localização geográfica, a base de dados também contem numerosos atributos que servem para distinguir um objeto do outro, e informação sobre o relacionamento entre eles”.

O ArcGIS 10.0 foi o software escolhido para a análise de acidentes na presente dissertação. O uso deste tipo de *software* tem diversas vantagens, tais como a localização geográfica dos acidentes na rede rodoviária e a criação de uma tabela de atributos com informações acerca do acidente e das características do local onde este ocorreu. Para que o processo de georreferenciação dos acidentes na rede seja possível é preciso que a rede rodoviária seja referenciada, que se produza uma tabela de atributos da rede, de modo a permitir o registo dos acidentes (Seco et al, 2008b).

Aquele *software* constitui uma boa ferramenta de trabalho, pois permite realizar diversas análises, permitindo selecionar acidentes que cumpram determinados requisitos de pesquisa (alfanumérica ou espacial), sendo estes baseados na informação dos campos que constituem a base de dados.

De mencionar que uma rede é formada por arcos e nós, sendo os arcos as secções correntes, e os nós as interseções. A operacionalização de um SIG para o estudo da sinistralidade rodoviária será apresentada mais adiante, através do estudo de caso realizado no âmbito desta dissertação.

3.9. Considerações Finais

O presente capítulo deu a conhecer alguns dos problemas ao nível do funcionamento das infraestruturas rodoviárias localizadas em zonas urbanas, e que contribuem para um menor desempenho das infraestruturas, designadamente no que se refere à ocorrência de níveis elevados de sinistralidade rodoviária.

No subcapítulo 3.4. foram abordadas medidas que pretendem reduzir esses níveis de sinistralidade, de modo a, por um lado, conseguir um melhor funcionamento da infraestrutura e, por outro lado, combater o elevado número de acidentes com vítimas.

No entanto, para a aplicação dessas medidas é necessário avaliar a contribuição da infraestrutura para a ocorrência e gravidade dos acidentes, de modo a implementar a melhor medida. Por essa razão, a entidade gestora da rede tem necessidade de conhecer o local onde ocorre cada um dos acidentes. É também neste aspeto que o papel dos SIG se revela determinante, uma vez que a distribuição espacial dos acidentes permitirá uma melhor interpretação e análise da sinistralidade rodoviária, em zonas urbanas, permitindo também determinar quais são os indicadores que contribuem para essa sinistralidade.

4. DEFINIÇÃO DA BASE DE DADOS E GEOREFERENCIAÇÃO DE ACIDENTES NA REDE DE COIMBRA

4.1. Considerações Iniciais

No presente capítulo será apresentada a metodologia utilizada para organizar a informação de sinistralidade da rede da cidade de Coimbra considerada no estudo de caso, com o objetivo de estabelecer alguns indicadores de caracterização dos níveis de segurança rodoviária em redes urbanas.

A Autoridade Nacional de Segurança Rodoviária (ANSR) disponibilizou informação registada na sua base de dados, o que permitiu quantificar o número de acidentes ocorridos no período de três anos que se pretendia analisar e identificar a sua natureza. Esta informação tornou possível perceber alguns dos fatores que mais contribuíram para a ocorrência dos acidentes rodoviários registados. Para complementar essa informação, a empresa Metro-Mondego S.A. (MM, 2010) disponibilizou dados de tráfego obtidos em diversos postos de contagem localizados na cidade e recolhidos em inquéritos relativos ao uso de transporte individual (TI) na cidade de Coimbra. Com base na informação fornecida pela Metro-Mondego foi possível estabelecer o tráfego de cada rua e a hierarquia viária de toda a rede da cidade de Coimbra.

Para complementar a informação da ANSR, contou-se com a colaboração da Polícia de Segurança Pública (PSP) de Coimbra, a qual disponibilizou os esquemas dos acidentes referentes às ruas com 4 ou mais acidentes, entre o ano 2010 a 2012. Essa informação permitiu relacionar a base de dados da ANSR com a da PSP utilizando um campo comum entre ambas (hora/data a que ocorreram os acidentes), de modo a proceder a uma correta georreferenciação e análise no SIG - Sistema de Informação Geográfica (ArcGIS 10.0). A cada acidente registado no SIG associou-se um ficheiro em formato PDF, através de uma hiperligação, com o respetivo esquema da cena do acidente.

Neste capítulo apresenta-se o tipo de informação que foi recolhido da base de dados e descreve-se o processo de georreferenciação utilizado, o qual permitiu inquirir a base de dados, visualizar de forma georreferenciada a informação relevante e fazer análises aos acidentes registados a partir de um conjunto de atributos que os caracterizam, incluindo critérios de seleção de base espacial.

4.2. Recolha da Informação de Acidentes

A informação disponibilizada pela ANSR, referente ao triénio de 2010 a 2012, era constituída por diversos campos com informação sobre os acidentes ocorridos. A base de dados foi construída a partir das informações recolhidas do Boletim Estatístico de Acidentes de Viação (BEAV) que se encontra no Anexo I. Aquele boletim é preenchido numa fase posterior ao acidente mas utiliza informação que consta na Participação de Acidente de Viação (PAV). De salientar que a base de dados está informatizada num ficheiro Access, o qual tem a

informação dividida por ano. Essa base de dados reúne toda a informação acerca dos feridos e/ou vítimas mortais que foram participados pela Guarda Nacional Republicana (GNR) e PSP de Coimbra, no período considerado.

Todos os acidentes com vítimas são registados pela PSP, registando também todos aqueles onde é solicitada a sua presença e, caso as partes envolvidas não consigam resolver diferendos sem a intervenção dos agentes da autoridade, procede-se também ao registo. Em pequenos acidentes sem danos corporais, as partes envolvidas preenchem as Declarações Amigáveis de Acidente para efeitos de participação às companhias de seguros e a PSP não regista a ocorrência dos acidentes. Quando a PSP se desloca até ao local do acidente é preenchida a PAV (Anexo II). Numa fase posterior é preenchido o BEAV, o qual é informatizado e a base de dados correspondente pertence à ANSR.

De acordo com os procedimentos internos da PSP, o agente da polícia deve garantir que as vítimas sejam assistidas rapidamente e que as ambulâncias tenham o acesso livre. Além disso, deve orientar o tráfego para que retome a circulação o mais depressa possível, evitando que ocorram novos acidentes. A recolha da informação no local deve ser breve e o relatório do acidente é executado já no posto da PSP, algumas vezes dias depois da ocorrência do acidente. É o agente da polícia responsável pela recolha da informação no local do acidente que faz um rascunho do local e recolhe algumas medidas a partir de um ponto fixo, as quais vão permitir elaborar um esboço do acidente (esquema) no *software* Microsoft Visio, localizando-o relativamente ao ponto fixo existente no local, tomado como referência para posicionar o acidente na rua onde ocorreu.

A PAV é o documento que reúne a descrição dos intervenientes e o esquema do esquema. Uma vez que o esquema é um esboço da cena do acidente, este permite representar as manobras realizadas antes do acidente e a sua localização exata.

Após uma análise inicial dos dados fornecidos pela ANSR, escolheram-se as ruas para as quais, no triénio em análise, o número de acidentes era de 4 ou mais. A PSP de Coimbra facultou os dados relativos aos acidentes com 4 ou mais ocorrências em cada um dos anos em estudo, disponibilizando os esquemas, alguns em formato PDF e outros em papel, bem como o número de processo policial (NPP) e a data/hora a que ocorreram esses acidentes. Com esta informação procedeu-se à localização dos acidentes no ArcGIS, para o período considerado e associou-se o respetivo esquema a cada acidente. A atribuição dos esquemas aos respetivos acidentes tem como principais vantagens:

- visualização do esboço do acidente a partir de pontos georreferenciados;
- visualização do local aproximado onde ocorreu o acidente;
- identificação das manobras efetuadas pelos intervenientes no acidente.

A outra entidade fundamental na recolha da informação foi a Metro-Mondego, a qual disponibilizou um ficheiro Excel relativo ao tráfego do TI registado em vários postos de contagem e facultou também informação adicional, em formato PDF, relativa aos sentidos dos movimentos do tráfego verificados junto de cada posto.

4.3. Estrutura da Base de Dados de Acidentes

De salientar que o acesso à informação da ANSR foi fundamental neste processo, uma vez que a base de dados tem um registo de elementos de acordo com o BEAV. Os BEAV são preenchidos pela PSP e possibilitam a caracterização das circunstâncias em que ocorrem os acidentes e dos utentes envolvidos (ANSR, 2011).

No Quadro 4.1 encontram-se reunidos os campos referentes à informação que pode extrair-se da base de dados da ANSR respeitante aos acidentes recolhidos.

Quadro 4.1. Campos que constituem a base de dados da ANSR

Vítimas	Caracterização dos Envolvidos	Caracterização dos Veículos	Caracterização do Local e das Condições Atmosféricas	Outros
vmortais 30dias fgraves 30 dias fleves 30dias Lesao 30 dias peão	Idade peão* Sexo peão Ações peão	2 rodas c_motor Ligeiros Pesados Outros Veículos	Condições atmosféricas Fatores Atmosféricos Luminosidade Freguesia nome_ua Cod_Via Arruamento	ID* ID Acidente* Ent Fiscal Datahora km Latitude GPS Natureza

Com os campos que constituem a base de dados da ANSR é possível realizar algumas análises iniciais relativas ao total da informação de que se dispõe. No Quadro 4.2 mostram-se os valores globais dos feridos e das vítimas mortais para os três anos em estudo, o que possibilita uma avaliação dos valores da sinistralidade (número de acidentes e danos) na cidade de Coimbra.

Quadro 4.2. Valores globais para números de acidentes com mortos, feridos graves e feridos leves

Ano	Total de Acidentes com Feridos	Mortos	Máximo por acidente	Feridos Graves	Máximo por acidente	Feridos Leves	Máximo por acidente
2010	640	6	1	13	1	829	6
2011	563	9	2	27	6	718	23
2012	482	9	2	20	2	594	7

No Quadro 4.3 dá-se especial atenção à natureza dos acidentes registados em Coimbra, e o respetivo número de ocorrências nos três anos.

Quadro 4.3. Total de acidentes decorridos entre 2010 a 2012 de acordo com a sua natureza

Natureza	2010	2011	2012
Atropelamento com fuga	12	4	2
Atropelamento de animais	0	1	0
Atropelamento de peões	95	75	87
Colisão choque em cadeia	27	15	10
Colisão com fuga	5	6	3
Colisão com outras situações	8	14	17
Colisão com veículo ou obstáculo na faixa de rodagem	16	8	7
Colisão frontal	54	50	31
Colisão lateral com outros veículos em movimento	131	117	104
Colisão traseira com outro veículo em movimento	86	78	69
Despiste com capotamento	28	27	25
Despiste com colisão com veículo imobilizado ou obstáculo	40	48	24
Despiste com dispositivo de retenção	27	18	21
Despiste com fuga	3	3	2
Despiste com transposição do dispositivo de retenção lateral	11	12	4
Despiste sem dispositivo de retenção	38	33	33
Despiste simples	59	54	43

A construção do Quadro I do Apêndice I resultou do requisito de selecionar ruas com 4 ou mais ocorrências num dos três anos considerados, pelo que todas as outras foram excluídas da análise.

As ruas onde se verificou maior número de ocorrências, e para as quais foram solicitados os esquemas dos acidentes à PSP, foram as seguintes:

- ✓ Avenida Emídio Navarro;
- ✓ Avenida Fernando Namora;
- ✓ Avenida Fernão de Magalhães;
- ✓ Avenida Sá da Bandeira;
- ✓ Ponte Rainha Santa Isabel;
- ✓ Rua de Aveiro;
- ✓ Rua do Brasil;

Por se ter conhecimento da rede adicionou-se à lista mais cinco ruas para ajudar a conseguir valores mais fiáveis, as quais contribuíram para melhores resultados. As ruas foram as seguintes:

- ✓ Rua Carolina Michaellis;
- ✓ Rua Dom Pedro Cristo;

- ✓ Avenida Doutor Bissaya Barreto;
- ✓ Rua General Humberto Delgado;
- ✓ Rua de Macau.

Através do campo “datahora” disponível quer na base de dados da ANSR, quer nos dados facultados pela PSP, foi possível cruzar a informação de modo a utilizar um campo comum entre ambas para identificar de maneira inequívoca todos os acidentes registados, tendo-se designado o mesmo por “NPP_1” (Figura 4.1). Este campo foi adicionado à base de dados de estudo, de modo a permitir a correspondência entre os acidentes registados na base de dados da PSR e da ANSR. Contudo, com este procedimento detetou-se a existência de acidentes registados pela PSP mas não registados pela ANSR e vice-versa. Para colmatar essas falhas foi pedida informação adicional à PSP, tendo-se concluído que parte da informação em falta tinha sido registada na base de dados e em papel, pelo que se incluiu na base de dados para efeitos do estudo que se apresenta. Porém, não foi possível encontrar toda a informação em falta, designadamente a correspondente aos acidentes para os quais não havia registo do NPP mas que constavam na base de dados da ANSR.

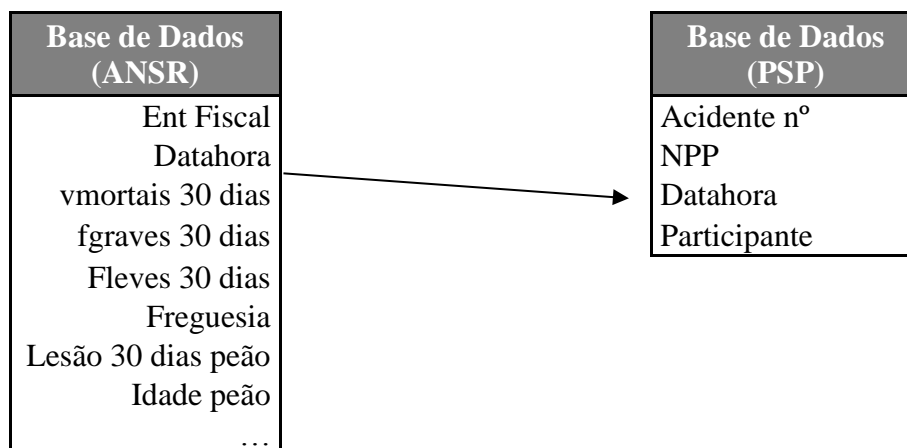


Figura 4.1. Correspondência de dados entre as bases de dados da ANSR e da PSP

4.4. Organização da Informação de Acidentes Recolhida

4.4.1. Tratamento dos dados de acidentes recolhidos para a cidade de Coimbra

Com base no *software* ArcGIS, e com a informação disponibilizada pela ANSR e pela PSP foi possível identificar os acidentes localizados nas ruas com maior número de ocorrências (com 4 ou mais acidentes num dos anos em estudo, como referido anteriormente), no triénio em análise.

Segundo o Manual do Planeamento de Acessibilidades e Transportes (Seco et al, 2008b), para que haja uma maior fiabilidade estatística na análise de acidentes deve estabelecer-se um período mínimo de 2 a 3 anos. O facto de ser indeterminado o local, a hora e o dia a que vai

ocorrer um acidente, leva a que quando ocorre, num determinado ano, um número de acidentes acima ou abaixo do valor médio num trecho rodoviário que não tenha sido submetido a qualquer tipo de tratamento/intervenção, não é de esperar que esse valor se repita em anos sucessivos. Em geral, o nível de sinistralidade tende a regressar a valores semelhantes aos dos anos anteriores. Este fenómeno designa-se “regresso à média”. Assim sendo, não é correto estabelecer um único ano para o estudo, pois isso implicará uma elevada dependência da variação aleatória do fenómeno da sinistralidade. Por outro lado, considerar um período de tempo muito elevado (superior a 5 anos) pode dar origem à introdução de dados muito antigos e que não correspondam à situação atual, quer em termos de tráfego, quer no que respeita ao ambiente rodoviário do local.

4.4.2. Georreferenciação dos acidentes

A localização dos acidentes através do SIG pode ser efetuada através de uma das seguintes maneiras (Seco et al, 2008b):

- coordenadas cartesianas;
- rua e número de polícia;
- distância à origem da rua considerada.

A Figura 4.2 ilustra um dos esquemas fornecidos pela PSP numa situação de colisão entre vários veículos. Na maioria dos casos, quando o esquema não representa convenientemente a cena do acidente, a legenda da figura é essencial para compreender as circunstâncias do acidente.

Como já foi exposto, a cada acidente georreferenciado na cartografia foi associado o respetivo esquema, o que permitiu estabelecer a sua localização e identificar a sua natureza. Como nem todos os acidentes tinham identificação de NPP, nesses casos a PSP de Coimbra enviou informação complementar a adicionar aos ficheiros dos esquemas em formato PDF. Essa informação incluiu a natureza do acidente, o NPP e o ano, pois nem todos os esquemas têm o NPP identificado no documento, como acontece na Figura 4.2.

A georreferenciação dos acidentes foi efetuada da seguinte maneira:

- selecionar o acidente que se pretende georreferenciar através dos ficheiros que foram facultados pela PSP;
- visualizar o respetivo esquema de maneira a perceber a cena do acidente;
- identificar o local do acidente, o qual pode ser conseguido através de um poste de iluminação, proximidade a um edifício, etc. identificado no esquema. Porém, quando há registo do número da polícia pode recorrer-se ao Google Maps para identificar o local exato do acidente;
- adicionar o acidente no SIG. Para isso cria-se no software ArcGIS um ficheiro do tipo *shapefile* (no caso presente criou-se um *shapefile* com o nome “acidente_rede_coimbra”);

- proceder ao preenchimento do campo “NPP_1” na tabela de atributos, de maneira a fazer corresponder a cada acidente adicionado à rede esse número atribuído pela PSP;
- a cada acidente faz-se corresponder o respetivo esquema através de uma hiperligação que vai facilitar na consulta da cena do acidente. Ao seleccionar-se um acidente, pode visualizar-se o PDF correspondente através da ferramenta “Identify” de que o software ArcGIS dispõe.

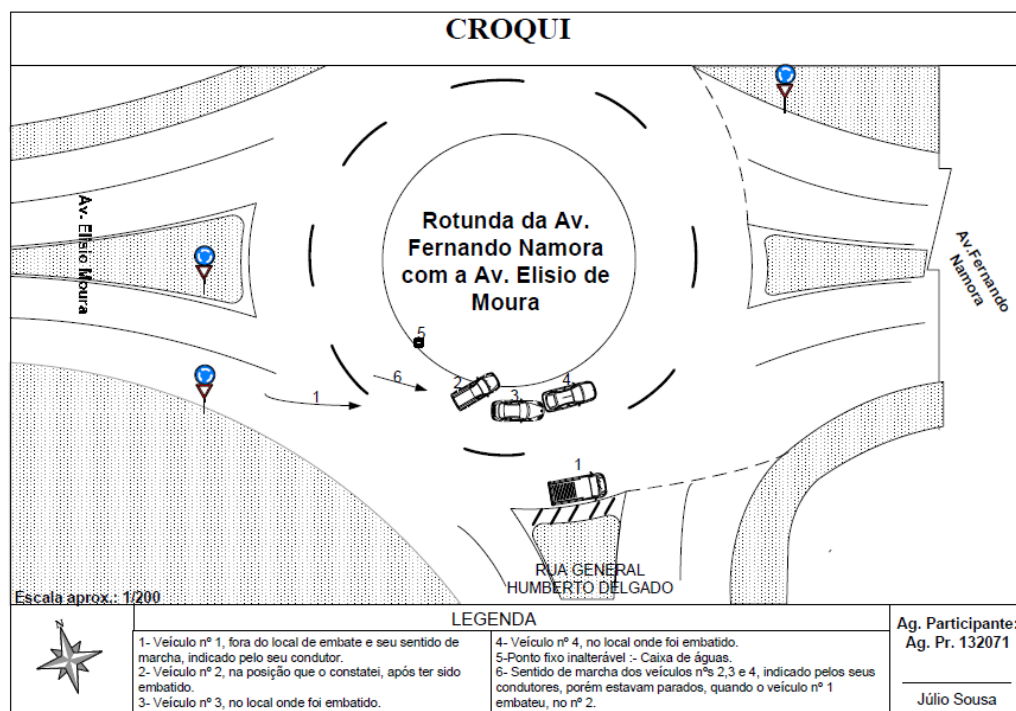


Figura 4.2. Esquema de um croqui, fornecido pela PSP, retratando a cena de um acidente

A georreferenciação dos acidentes permite efetuar as mais variadas análises como, por exemplo, a seleção de acidentes por tipologia, em função das condições meteorológicas, com base na idade dos condutores, entre outras.

Na Figura 4.3 pode visualizar-se a localização de todos os acidentes que ocorreram entre 2010 e 2012 e que foram georreferenciados com base na informação fornecida pela PSP de Coimbra e pela ANSR.

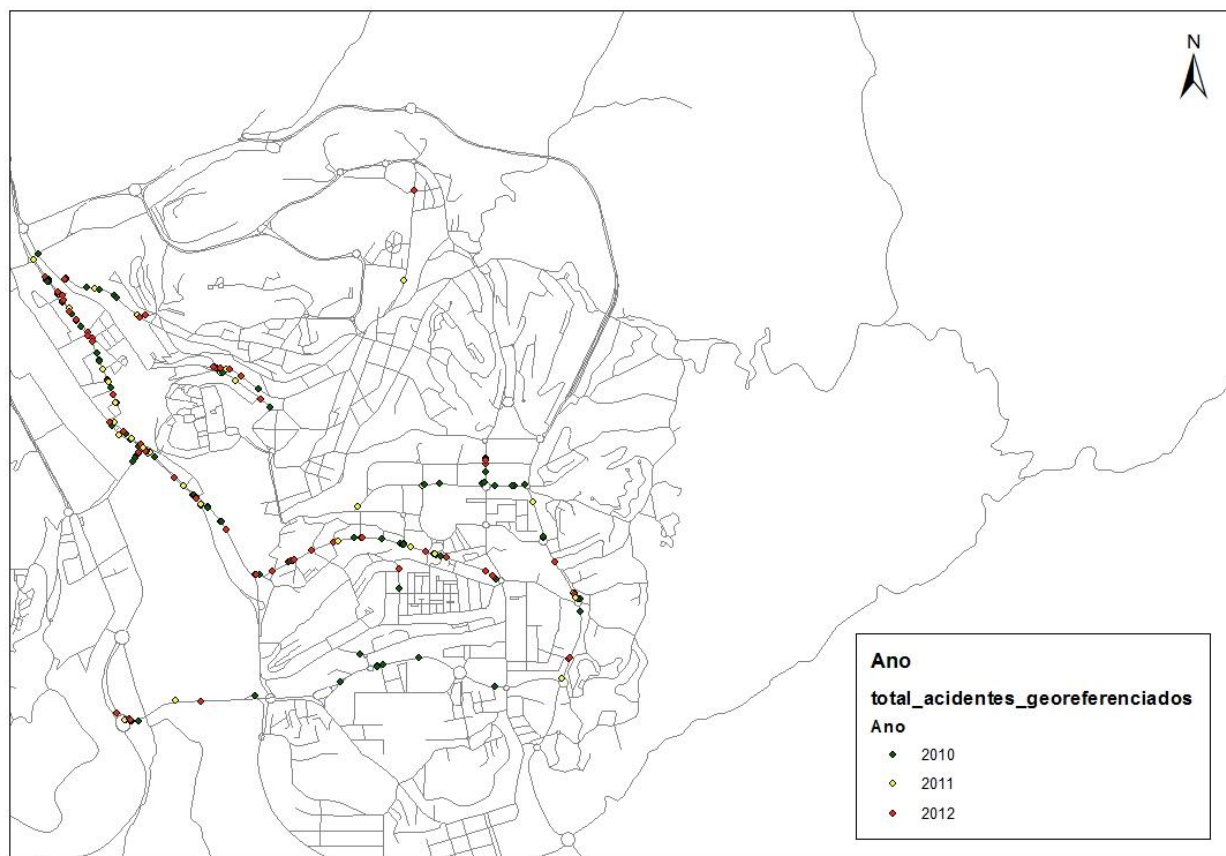


Figura 4.3. Acidentes georreferenciados para os 3 anos (2010 a 2012)

4.5. Análise da Informação Recolhida

4.5.1. Dados de tráfego

Numa primeira análise é determinante saber quantos acidentes ocorreram por rua, bem como a sua localização, a qual pode ser visualizada através do SIG. Porém, importa detalhar mais a informação de maneira a saber qual a natureza dos acidentes e a gravidade dos mesmos.

Como já foi referido, para esta análise a colaboração da Metro-Mondego foi fundamental, na medida em que disponibilizou a informação referente aos postos de contagem e inquérito ao TI de 2010, em Coimbra. Em cada posto de contagem está registado o tráfego médio diário (TMD), separado por tipo de veículo, tendo sido consideradas as seguintes categorias: motociclo (MC), automóvel ligeiro de passageiros (ALP), comercial ligeiro (CL), comercial pesado (CP) e autocarro (AUT). Com base nos registos efetuados e da classificação utilizada agruparam-se os valores de modo a obter o número de ligeiros (MC+AT+CL) e o número de pesados (CP+AUT).

Na Figura 4.4 estão representados os postos onde se efetuaram contagens no ano de 2010: a **amarelo** – cordão exterior; a **azul** – cordão interior; a **vermelho** – pontes; a **verde** – cordão isolado.

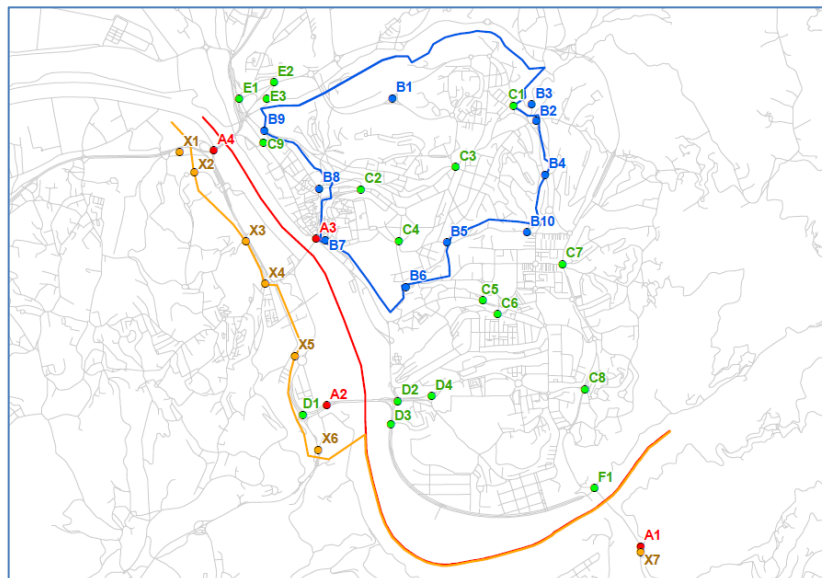


Figura 4.4. Postos de contagem para a cidade de Coimbra, em 2010 (fonte: Metro-Mondego S.A.)

4.5.2. Hierarquização viária

A hierarquização viária é uma estratégia que pretende atribuir a cada rua uma função predominante, de tal forma que os objetivos relativos a cada rua possam ser definidos e os critérios de projeto apropriados possam ser implementados. Estes objetivos e critérios de projeto são definidos com o intuito de alcançar um sistema viário coerente para efeitos de mobilidade urbana (Eppell et al, 2001).

Os níveis hierárquicos são atribuídos às vias consoante a função que estas desempenham. Essa função pode ser de “transporte”, de “acessibilidade” e “social” (IMTT, 2011).

A hierarquia é composta por quatro níveis hierárquicos:

- 1º Nível – Via Coletora ou Arterial;
- 2º Nível – Rede de Distribuição Principal;
- 3º Nível – Rede de Distribuição Local;
- 4º Nível – Rede de Acesso Local.

Importa mencionar que a atribuição da hierarquia viária a todas as ruas de Coimbra foi conseguida através da adição no ArcGIS de um dos mapas da rede de Coimbra de que se dispunha. Isso foi efetuado através da opção *basemap*. O mapa utilizado foi o *open street*, no qual são definidas diversas cores que correspondem aos vários níveis hierárquicos, o que facilitou bastante o processo. No entanto, este procedimento não foi suficiente, pois para

algumas ruas o nível hierárquico pré-definido no *open street* não estava de acordo com a função principal que era realmente desempenhada.

Para complementar o processo de hierarquização das vias, utilizaram-se os dados de tráfego disponibilizados pela Metro-Mondego. A hierarquização viária do mapa *open street* foi ajustada considerando o perfil transversal de cada rua da rede de Coimbra e o tráfego obtido nos postos de contagem (Figura 4.5). Após a primeira tentativa de ajuste da hierarquização viária, utilizou-se o volume de tráfego disponibilizado pela Metro-Mondego para estabelecer o volume mínimo e máximo de tráfego a considerar nas ruas de cada nível hierárquico, no período de ponta horária das 8h15 às 9h15. Aplicou-se este procedimento para as ruas onde havia postos de contagem. Para a restante rede da cidade, utilizaram-se os intervalos de volumes de tráfego estabelecidos para as ruas hierarquicamente semelhantes, nas quais existiam postos de contagem.

Houve necessidade de comparar o volume de tráfego das ruas do mesmo nível hierárquico de maneira a analisar a necessidade de subdivisão dos dois primeiros níveis hierárquicos, o que daria origem a seis níveis hierárquicos, em vez dos quatro utilizados. No entanto, uma vez que não havia uma grande variação dos volumes de tráfego nas ruas com o mesmo nível hierárquico concluiu-se que não se justificava essa divisão.

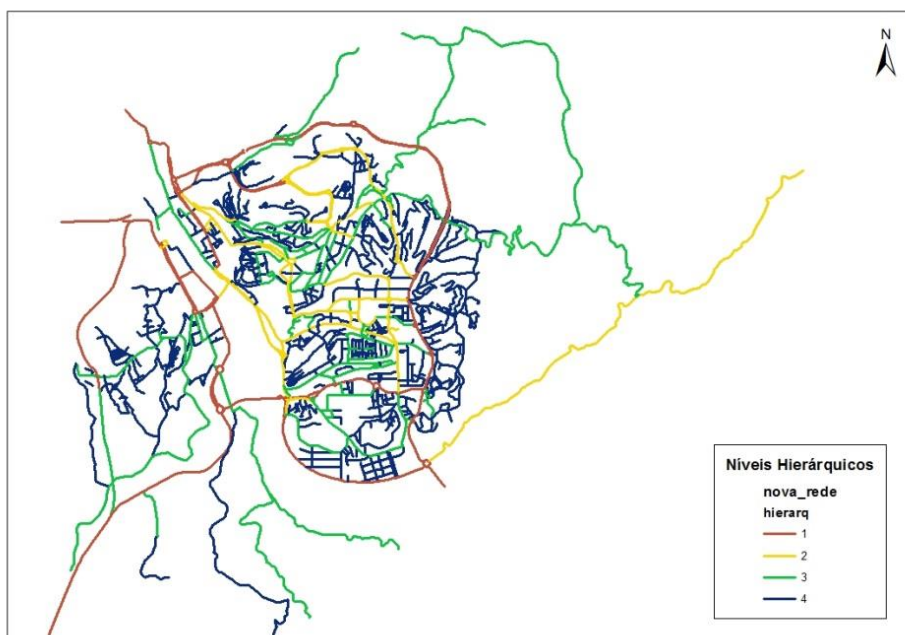


Figura 4.5. Hierarquia viária da cidade de Coimbra: a vermelho coletora/arterial, a amarelo distribuidora principal, a verde distribuidora local e a azul acesso local

4.5.2. Volume de tráfego

Os volumes de tráfego fornecidos pela Metro-Mondego, referentes às contagens efetuadas em diversos pontos da cidade de Coimbra (Figura 4.6), permitiram identificar a hora de ponta e o correspondente volume horário através de contagens efetuadas em intervalos de um quarto de hora. Além dessa informação, a Metro-Mondego facultou também informação relativa a cada

posto de contagem, a qual permitiu estabelecer os sentidos do movimento e a localização das ruas a que respeitavam as contagens. Para as ruas onde não se conhecia o tráfego, foram extrapolados valores de acordo com a metodologia que será descrita adiante.

Para estabelecer o volume de tráfego foi criada uma folha de Excel com todos os postos de contagem disponíveis. Através de cada posto de contagem estabeleceram-se os movimentos que diziam respeito a cada rua.

No caso da Figura 4.6 considerou-se:

- Rua Dr. Augusto Rocha - movimento 1;
- Rua Gomes Freire - movimento 2,
- Rua Bernardo de Albuquerque - movimentos 3 e 8;
- Avenida Calouste Gulbenkian - movimentos 4 e 5,
- Rua Dr. António José de Almeida - movimento 6;
- Rua Augusta - movimento 7.

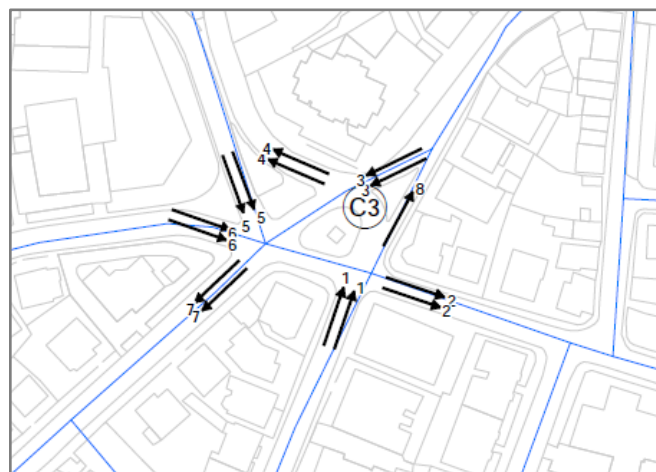


Figura 4.6. Posto de contagem C3 facultado pela Metro-Mondego

Após uma breve análise, chegou-se à conclusão que para comparar as diferentes vias, havia necessidade de dividir o volume de tráfego total pelo número de vias (tráfego/hora/via), pois existiam ruas com o mesmo nível hierárquico mas com um número de vias diferente.

Assim, dividiu-se o volume de tráfego registado nos postos de contagem pelo número de vias. Nos casos em que uma das vias por sentido correspondia ao corredor BUS, optou-se por aplicar o procedimento que se descreve sumariamente a seguir. Consultou-se o site oficial dos Serviços Municipalizados dos Transportes Urbanos de Coimbra (SMTUC), em www.smtuc.pt, para a hora de ponta considerada no estudo, e subtraiu-se ao volume de tráfego total o correspondente ao tráfego de autocarros que passaram no respetivo horário, através da expressão (Apêndice II):

$$\text{Tráfego} \left(\frac{\text{veic}}{h} \right) = \frac{\text{volume máximo do tráfego} - n^{\circ} \text{ de autocarros}}{n^{\circ} \text{ vias}} \quad (4.1)$$

Uma vez que o número de autocarros na hora de ponta foi subtraído ao volume total, não se considerou as vias BUS para efeitos de cálculo do volume de tráfego por via.

A Figura 4.7 resultou dos valores introduzidos na base de dados do SIG através da metodologia descrita. Eram muitas as ruas onde não se dispunha de contagens de tráfego, pelo que se efetuou uma extrapolação de dados para a restante rede, como se referiu, atribuindo a vias hierarquicamente semelhantes volumes de tráfego obtidos nas vias com pontos de contagem. Embora se trate de uma aproximação, e considerando que não era possível no âmbito deste trabalho proceder a um levantamento mais alargado de dados de tráfego, foi a metodologia considerada mais adequada, tendo em conta os dados disponíveis.

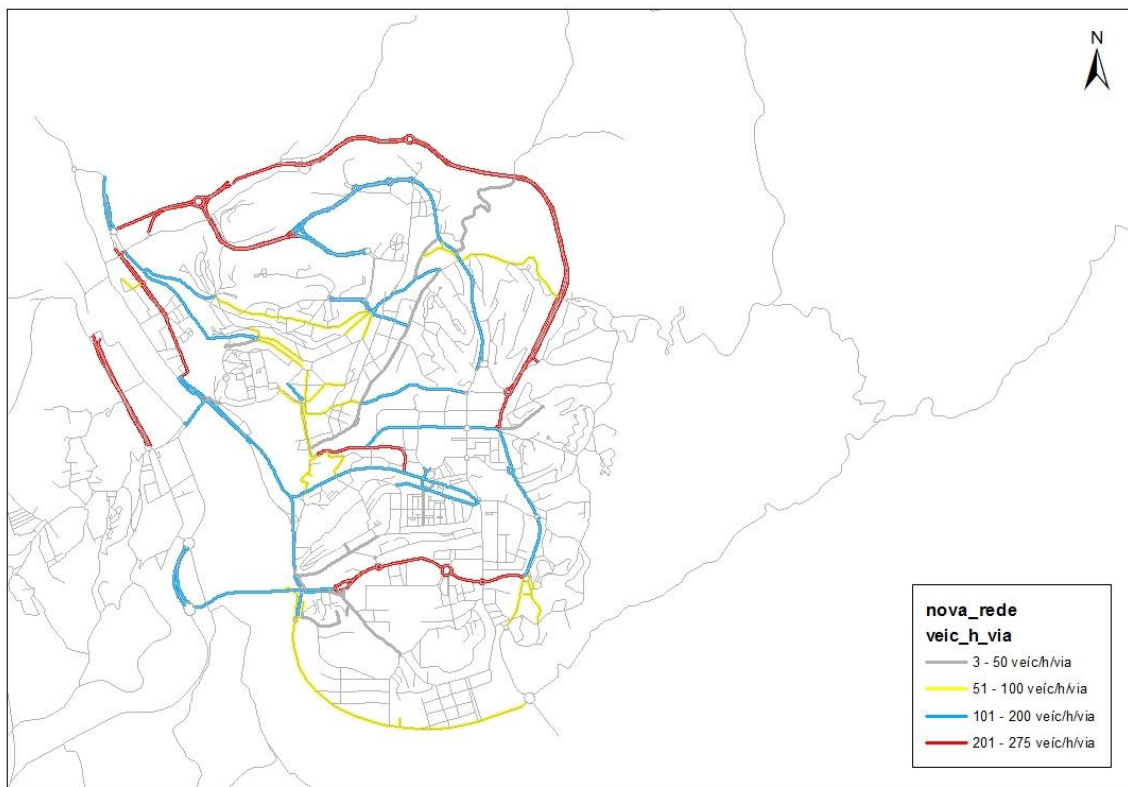


Figura 4.7. Intervalos médios de tráfego na hora de ponta para a cidade de Coimbra, com base em contagens efetuadas em postos localizados na rede

4.6. Considerações Finais

Neste capítulo foi abordada a metodologia de análise espacial de acidentes implementada neste trabalho para a rede de Coimbra com recurso ao *software* ArcGIS 10.0. Esta ferramenta informática permite selecionar e visualizar de forma espacial e georreferenciada, através da cartografia, os dados de acidentes registados no triénio em estudo. Além disso, permite analisar as interseções com elevado número de acidentes e, em simultâneo, identificar a hierarquia viária estabelecida, bem como o volume de tráfego em cada uma das vias que constituem a rede.

Além disso, a informação de sinistralidade associada ao SIG é uma mais-valia, pois permite evidenciar as causas dos acidentes rodoviários registados, bem como detetar anomalias na infraestrutura, ou até mesmo do meio urbano. Através do *software* é possível fazer um conjunto de análises em torno dos campos que constituem a base de dados.

5. ESTUDO DAS INTERSEÇÕES COM RECURSO A UM SIG

5.1. Considerações Iniciais

Após a organização dos dados e a georreferenciação dos acidentes na rede, é possível visualizar e analisar, com o auxílio das ferramentas de que o ArcGIS dispõe, as interseções com maior número de ocorrências, bem como as várias características dos acidentes (natureza do acidente, ações do peão, fatores atmosféricos, etc.).

No presente capítulo apresenta-se o estudo das interseções da cidade de Coimbra mais problemáticas nos anos de 2010 a 2012, de maneira a identificar alguns indicadores relevantes para a análise da sinistralidade rodoviária em meio urbano, com particular atenção às interseções. Tal como é habitual, utilizam-se como medidas da sinistralidade rodoviária o número de acidentes e vítimas e o Índice de Gravidade (IG), mas também outro indicador menos corrente como é o Valor Hierárquico do Local (VHL).

Para o estudo da sinistralidade das interseções recorreu-se à ferramenta “*buffer*” do SIG, a qual permite definir uma área circular a partir de um centro (ponto) localizado na interseção, com um raio definido, de modo a permitir a seleção dos acidentes que ocorreram apenas no interior dessa região e, portanto, se consideraram na área de influência da interseção.

5.2. Indicadores de Sinistralidade Rodoviária na Cidade de Coimbra

5.2.1. Índice de gravidade (IG)

Em Portugal, as vítimas de acidente têm sido classificadas da seguinte forma:

- Ferido leve – vítima não necessitou de internamento;
- Ferido grave – vítima que permaneceu internada no hospital;
- Vítima mortal – antes de 2007 a morte era contabilizada quando ocorria até à chegada ao hospital, porém no ano 2007 (e daí em diante) as mortes já começaram a ser contadas até 30 dias após o acidente.

O Índice de Gravidade (IG) foi determinado para cada um dos três anos considerados no estudo da cidade de Coimbra (2010 a 2012). Para este efeito adicionaram-se quatro campos (“IG_2010”; “IG_2011”; “IG_2012”; “IG_soma”) à tabela de atributos da ANSR. O campo IG_soma contém o IG calculado para os três anos em conjunto e os restantes referem-se ao IG calculado separadamente para cada ano.

A expressão que permite determinar o IG é a seguinte:

$$IG = 100M + 10FG + 3FL \quad (5.1)$$

Em que:

M – número de mortos a 30 dias após o acidente;

FG – feridos graves;

FL – feridos leves.

Este indicador constitui o somatório do número de mortos, feridos graves e feridos leves, e cada uma destas parcelas é ponderada por um coeficiente fixo. Por exemplo, se houver uma vítima mortal, o valor do IG aumenta significativamente, pois tem associado um peso de 100. Dito de outro modo, uma vítima mortal corresponde a 10 feridos graves e a 33 feridos leves. Num acidente em que se verifique uma vítima mortal, o valor do IG sofre um incremento. Segundo Carvalheira (2002), o facto de haver um número elevado de acidentes num determinado local pode não ser significativo em comparação, por exemplo, com um local com menor número de ocorrências mas todas com maior gravidade.

Este indicador é mais adequado para alguns tipos de análises do que para outros. Numa situação em que se tencione comparar o IG de duas cidades, com populações semelhantes, o IG revela-se um bom indicador, uma vez que se está a generalizar e a comparar cidades com características semelhantes. Uma outra situação vantajosa pode ser o estudo de duas ruas geometricamente semelhantes e com tráfego também semelhante, de maneira a tentar perceber o que faz uma rua ser melhor que a outra do ponto de vista funcional.

Na Figura 5.1 apresenta-se a rede de Coimbra com os valores de IG determinados para o conjunto dos três anos em estudo. De acordo com a mesma figura percebe-se que os maiores valores de IG sucedem no IC2, assinalado a vermelho, pois nesta via verificaram-se mortos e feridos graves, e esses valores elevam o valor do IG. O IC2 é uma via marcadamente interurbana e, por isso, tem maior número de acidentes e com maior número de vítimas que a generalidade das vias urbanas da cidade de Coimbra. Ao incluir-se o IC2 na análise, todas as restantes vias, em comparação com o IC2, apresentam um IG bastante inferior e, portanto, são assinaladas com a cor verde, não permitindo uma efetiva diferenciação entre elas em termos de sinistralidade. Para ultrapassar esta limitação, produziu-se a Figura 5.2 que traduz os valores de IG para toda a rede de Coimbra sem considerar o IC2. Como a gama de valores de IG é mais pequena neste caso, é possível diferenciar melhor os diferentes valores de IG relativamente às ruas da cidade. Neste caso as vias da rede com maior IG são: a Ponte Rainha Santa Isabel (IG₁); a Rua dos Combatentes da Grande Guerra (IG₂); a Estrada da Beira (IG₃); a Avenida Fernão de Magalhães (IG₄); a Avenida Professor Gouveia Monteiro (IG₅); a Avenida Emídio Navarro (IG₆); a Rua do Brasil (IG₇) e a Avenida Cónego Urbano Duarte (IG₈).

No caso de Coimbra, os valores do IG não são muito diferentes para as diferentes vias porque foram poucos os casos em que se verificaram vítimas mortais, as quais fazem aumentar o IG substancialmente. No entanto, tendo em conta que não se pretende comparar os IG obtidos com os de outra cidade semelhante, este indicador não é o mais apropriado para a análise. Como se mostrou, o volume de tráfego potencia a exposição dos condutores e aumenta o número de conflitos, pelo que o IG deve ser estudado de forma articulada com o volume de tráfego.



Figura 5.1. Determinação do IG para toda a rede de Coimbra (2010 a 2012)

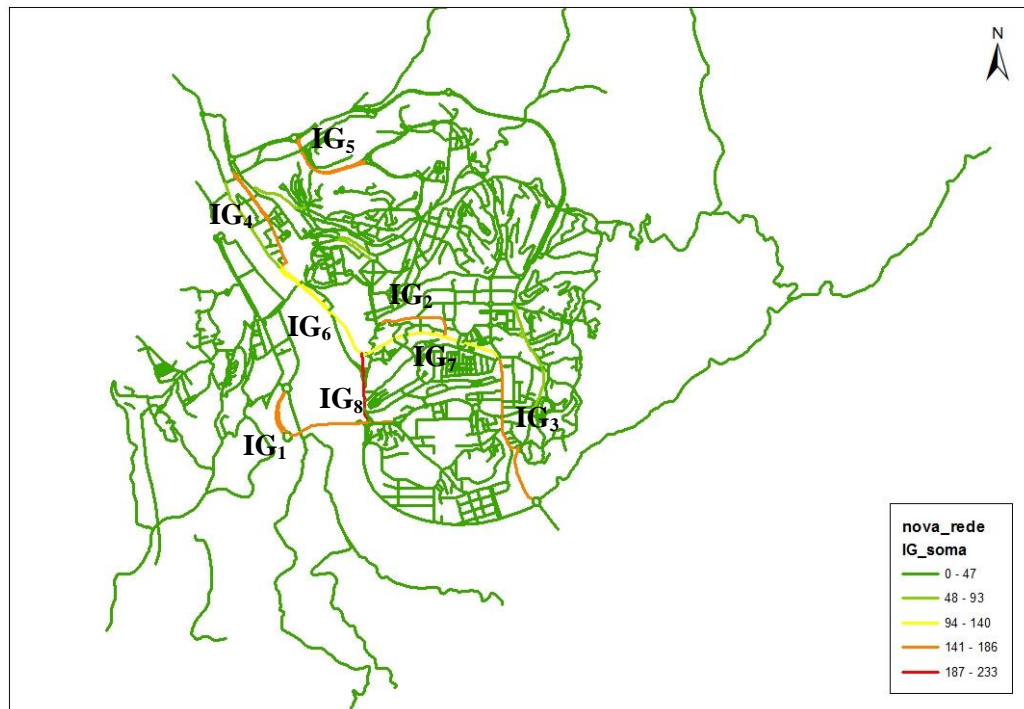


Figura 5.2. Representação do IG para toda a rede de Coimbra, com exceção da IC2 (2010 a 2012)

5.2.2. Gravidade (G)

De acordo com a metodologia utilizada em “Metodologia de Intervenção na Infraestrutura para Mitigação de Acidentes Rodoviários em Meio Urbano” (Carvalheira, 2010), pode obter-se a Gravidade (G) através do valor atribuído ao custo de cada um dos tipos de vítimas em Portugal, estipulado no Quadro 5.1. Assim, pode definir-se o número de feridos leves equivalentes (FLE), segundo o qual cada ferido grave equivale a 2,25 feridos leves e cada vítima mortal equivale a 12,5 feridos leves.

Quadro 5.1. Custos das vítimas de acidentes rodoviários aplicados a Portugal (adaptado de Carvalheira, 2010)

Tipo de Vítima	Custo por Vítima (€)
Ferido Leve	40 000
Ferido Grave	90 000
Vítima Mortal	500 000

De salientar que o custo de um acidente engloba os custos materiais, os custos sociais e humanos de valor relativo e discutível (Seco et al, 2008b).

De acordo com a mesma metodologia foram estabelecidos intervalos entre 1 e 5, os quais pretendem definir o Nível de Gravidade (G) dos acidentes registados no local (Quadro 5.2).

Quadro 5.2. Níveis de gravidade dos acidentes em função do número FLE (adaptado de Carvalheira, 2010)

Nº de Feridos Leves Equivalentes	Nível de Gravidade
≤ 12 FLE	1
≤ 24 FLE	2
≤ 36 FLE	3
≤ 48 FLE	4
> 48FLE	5

5.2.3. Valor hierárquico do local (VHL)

Segundo Carvalheira (2010), o Valor Hierárquico do Local (VHL) pode calcular-se pela seguinte expressão:

$$VHL = \frac{TAL}{VTL} \times 1000 \times G \quad (5.2)$$

Onde:

TAL - número total de acidentes com vítimas registados no local para o período em estudo, admitindo-se um mínimo de 3 anos (entre 2010 e 2012 no caso de Coimbra);

VTL – volume de tráfego da hora de ponta da manhã (8h15 - 9h15) expresso em veículos/hora/via;

G – nível de gravidade dos acidentes registados no local definido nos intervalos do Quadro 5.2.

Conhecendo o número total de acidentes com vítimas registados para cada um desses locais, o volume de tráfego da hora de ponta e a gravidade, facilmente se determina o VHL. Para o caso em estudo, o indicador VHL apresenta mais vantagens que o IG, pois o primeiro incorpora vários parâmetros importantes de forma agregada.

Para todas as ruas que constituem a rede de Coimbra foi calculado o VHL utilizando os valores médio e máximo de VTL. Como seria de esperar, o valor médio de VTL conduz a valores superiores do VHL (Apêndice III para o ano 2010, Apêndice IV para o ano 2011 e Apêndice V para o ano 2012). Desta forma, para o cálculo do VHL decidiu-se considerar o valor médio do volume de tráfego. Note-se que quanto maior é o volume de tráfego maior tende a ser a exposição dos utentes da via. Contudo, para o indicador VHL o contributo de VTL é favorável quando, apesar do aumento do volume de tráfego, o número de acidentes e a sua gravidade não crescem na mesma proporção.

Mais adiante neste documento utilizar-se-ão os valores de VHL determinados, após a sua normalização para uma escala de 1 a 5. Essa escala permitirá estabelecer uma apreciação relativa dos locais analisados, desde um nível considerado Muito Favorável (1) até a um nível considerado Bastante Desfavorável (5). Tendo em conta os volumes de tráfego observados e a hierarquização viária das vias que constituem a rede urbana, a metodologia pode ser aplicada a qualquer aglomerado urbano. Isto permite destacar as zonas ou trechos com um pior desempenho de sinistralidade rodoviária dentro do aglomerado urbano, de modo a que a administração rodoviária possa dar mais atenção às zonas assinaladas, tomando medidas quando necessário, e possa comparar também o desempenho da sua rede com outras congéneres.

5.3. Análise Geral de Acidentes em Interseções na Cidade de Coimbra

O SIG permite realizar várias análises com base na informação alfanumérica registada nos campos que constituem a base de dados. A seleção de dados que cumpram determinados critérios de pesquisa podem ser exportadas para uma folha de cálculo eletrónica, de modo a produzir informação de forma gráfica, em geral mais fácil de interpretar que a simples apresentação em tabelas.

No sentido de aproveitar toda a informação que o SIG permite avaliar foram produzidos para as interseções, no conjunto dos 3 anos, gráficos com a seguinte informação:

- feridos e vítimas mortais segundo o dia da semana;
- feridos e vítimas mortais segundo as condições de luminosidade;
- feridos e vítimas mortais segundo os fatores atmosféricos;

- feridos e vítimas mortais segundo a natureza dos acidentes.

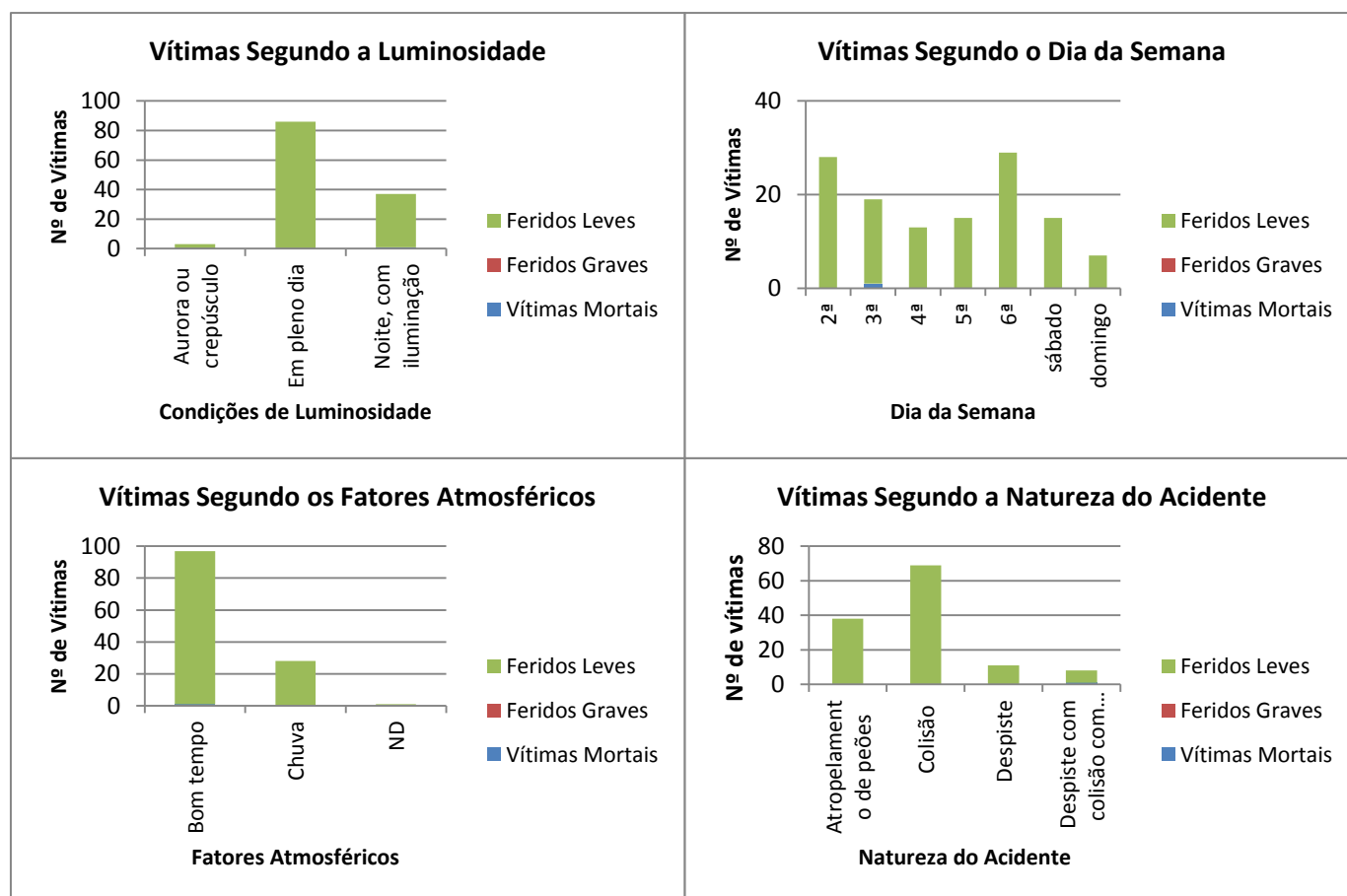


Figura 5.3. Gráficos alusivos às vítimas segundo a luminosidade, o dia de semana, os fatores atmosféricos e a natureza do acidente

Da análise da Figura 5.3 verifica-se que os dias onde se verificaram mais feridos graves foram às segundas-feiras e às sextas-feiras. Relativamente às vítimas mortais, ocorreu apenas uma a qual sucedeu à terça-feira.

No que respeita ao número de vítimas segundo as condições de luminosidade, observa-se que o número de feridos leves é bastante elevado em pleno dia, sendo aproximadamente três vezes superior ao número de feridos leves que ocorrem à noite (com iluminação). No entanto, compreende-se que durante a noite há menos tráfego, logo menos exposição ao risco de acidente. A única vítima mortal que ocorreu durante os três anos aconteceu à noite (com iluminação). Da análise do SIG depreende-se que os acidentes que ocorreram à segunda-feira aconteceram sobretudo na Avenida Fernão de Magalhães e na Rua do Brasil. Porém, é de mencionar que ocorreram em diferentes interseções. Os acidentes que ocorreram na Avenida Fernão de Magalhães podem ser em parte explicados por se tratar de uma avenida com

elevado fluxo de tráfego. Relativamente aos acidentes ocorridos à sexta-feira, notou-se que houve uma concentração na Rotunda da Avenida Fernão de Magalhães com a Rua Padre Estevão Cabral.

No que concerne aos fatores atmosféricos, o número de feridos leves é muito elevado quando se verifica bom tempo (cerca de 80 ocorrências com 96 FL e 1 M), reparando ainda que o valor dos feridos leves com bom tempo é, aproximadamente, três vezes superior em situações de chuva (cerca de 23 ocorrências com 28 FL). Estes valores são esperados, uma vez que há geralmente mais dias sem chuva em Coimbra (cerca de 215) do que com precipitação (da ordem de 140) (Ganho, 2009). Um aspeto importante é a observação, através do SIG, de que o número de vítimas, tanto com bom tempo como com chuva, encontra-se distribuído pelas várias interseções da rede de Coimbra, o que demonstra a inexistência de zonas particularmente vulneráveis em relação à falta de atrito superficial do pavimento.

Os atropelamentos de peões, as colisões laterais e traseiras com outros veículos em movimento são os tipos de acidentes que deram origem a um maior número de feridos leves. Quanto à vítima mortal que sucedeu ocorreu devido a um despiste com colisão com veículo imobilizado ou obstáculo.

Grande parte dos feridos leves (71%) que ocorreram nas interseções não têm definido, na base de dados, o tipo de ação praticada pelo peão. No entanto, 15 % dos feridos leves aconteceram quando os peões atravessavam em passagem sinalizada.

5.4. Análise das Interseções para o VHL Calculado para o Triénio de Forma Agregada (*Buffer* de 40 metros)

As interseções são locais que merecem especial atenção sobretudo porque são zonas com potencialidade para conflitos. Foi através da ferramenta *buffer* que se identificaram as interseções que se destacaram em termos de sinistralidade, considerando os parâmetros número de acidentes e VHL, obtidos para cada um dos anos separadamente e para o triénio de forma agregada. Julgou-se oportuno avaliar os dados desta forma, de modo a evidenciar, por um lado, a evolução do VHL ao longo do triénio e, por outro lado, para avaliar os três anos de forma agregada.

De acordo com o Manual de Planeamento das Acessibilidades e da Gestão Viária (Seco et al, 2008a), para avaliar a sinistralidade em interseções consideram-se os acidentes localizados num raio de 20 a 30 metros relativamente a um ponto central da interseção. Todas as seções fora dos *buffers* são designadas secções correntes. Para a determinação do VHL e tendo em conta que a presente dissertação diz respeito à análise de interseções, foi necessário criar uma *layer* de nós nos cruzamentos (“centros_cruzamentos”) onde se verificaram acidentes e, a partir dessa *layer*, criaram-se duas adicionais com *buffers*, uma para 40 metros e outra para 60 metros, em torno de cada cruzamento.

Dado que algumas ruas de Coimbra têm muitas interseções, como por exemplo a Rua do Brasil e a Avenida Fernão de Magalhães, após se terem produzido os *buffers* para seleção de

acidentes, alguns deles intersestavam-se. Para estas situações criou-se outra *layer* “sobreposição_acidentes”, mas desta vez com centro entre os cruzamentos que se intersestavam. Assim sendo, analisaram-se alguns casos e concluiu-se que o diâmetro de 70 metros era o melhor para seleccionar os acidentes relativos a duas interseções próximas. De facto, esse valor conseguia abranger todos os acidentes dos cruzamentos contíguos sem adicionar novos acidentes à seleção.

Do cálculo total do VHL (Apêndice VI) resultou o Quadro 5.3, o qual foi construído a partir do valor mínimo e máximo daquele indicador em função do volume de tráfego considerado e, posteriormente normalizaram-se os valores de VHL, dividindo a gama de valores obtidos em intervalos iguais, variando de 1 a 5, como se referiu. A Figura 5.4 mostra a localização dos acidentes e a categoria de VHL que lhes corresponde, considerando os dados do triénio de forma agregada.

Quadro 5.3. Intervalos de VHL para a totalidade dos 3 anos (*buffer* 40 metros)

Intervalos de VHL		
61,47	75,79	5
47,16	61,47	4
32,84	47,16	3
18,53	32,84	2
4,21	18,53	1

Da Figura 5.4 depreende-se que apenas uma interseção tem um VHL que corresponde ao valor máximo estipulado para o intervalo de VHL e quatro interseções cuja categoria de VHL é de 3, enquanto as restantes interseções têm categorias de VHL entre 1 e 2, o que significa que têm melhores condições de VHL. No entanto, é importante estudar com maior detalhe as interseções que têm VHL mais elevado, de maneira a perceber quais são os indicadores que contribuem para essa situação.

Nas secções seguintes serão analisadas as interseções com maior VHL, nomeadamente:

- Avenida Doutor Bissaya Barreto com a Rua Aníbal de Lima (I_1);
- Rua da Figueira da Foz com a Rua de Aveiro (I_2);
- Avenida Emídio Navarro com a Ponte de Santa Clara (I_3);
- Avenida Emídio Navarro com a Rua da Alegria (I_4);
- Rotunda da Avenida Fernão de Magalhães com a Rua Padre Estevão Cabral (I_5).



Figura 5.4. Determinação do VHL (*buffer* 40 metros) para o triénio de 2010 a 2013

De ressaltar que nas situações onde a geometria das interseções, bem como os níveis de visibilidade por si só não sejam suficientes ou capazes de explicar a ocorrência dos acidentes, é necessário proceder à inspeção do local, de maneira a tentar identificar as possíveis causas para essas ocorrências. Outro procedimento possível é analisar os esquemas que foram fornecidos pela PSP para perceber as manobras que estiveram envolvidas no acidente e que permitam explicar a ocorrência dos acidentes. Além disso, também se podem efetuar outras buscas aos dados dos acidentes, por exemplo, a taxa de alcoolémia (a entidade fiscal tem acesso). No entanto, não é do âmbito do presente trabalho efetuar estas possibilidades, pois a metodologia da presente dissertação utiliza o VHL, o qual permite identificar as interseções com reduzida ou elevada sinistralidade.

É importante mencionar que nos cálculos efetuados considerou-se sempre o nível hierárquico mais elevado no cruzamento de ruas com níveis hierárquicos diferentes.

5.4.1. Avenida Doutor Bissaya Barreto com a Rua Aníbal de Lima (I₁)

A interseção I₁ (Figura 5.5) está na categoria 3, e liga ruas classificadas hierarquicamente como vias de acesso, sendo os volumes de tráfego na hora de ponta de 25 veíc/h/via. Em três anos registou-se 1 acidente com 1 ferido leve.

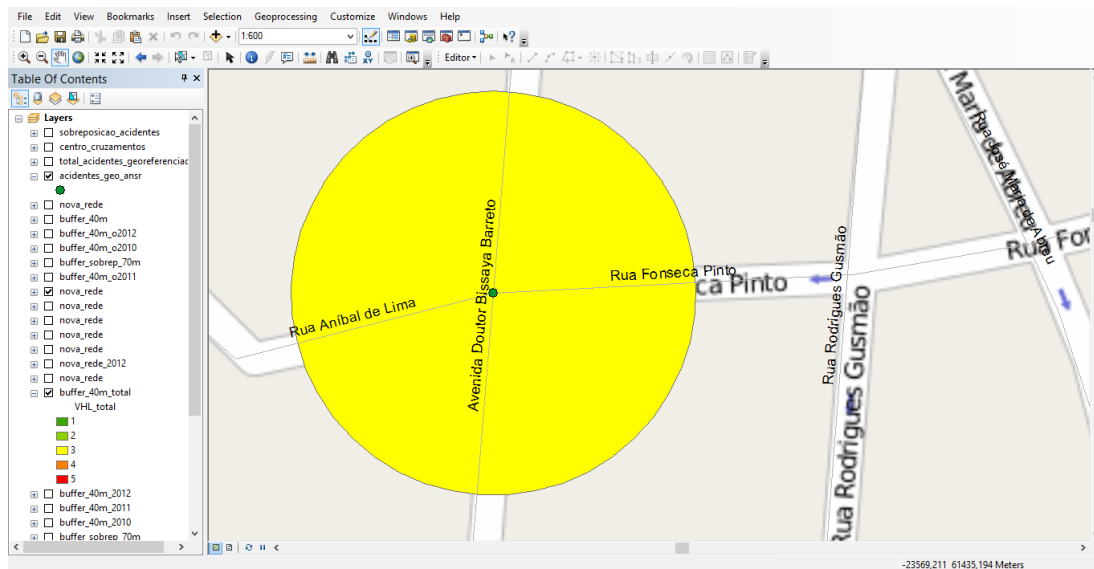


Figura 5.5. Avenida Doutor Bissaya Barreto com a Rua Aníbal de Lima (I_1)

Este é um cruzamento prioritário pois, à Rua Fonseca Pinto foi-lhe atribuído o sinal vertical de STOP, o que faz da Avenida Doutor Bissaya Barreto a via com prioridade. O cruzamento em causa apresenta boas características geométricas e além disso tem boa visibilidade. Uma vez que a infraestrutura, por si só, não permite prever o motivo da ocorrência do acidente que sucedeu é então necessário ir mais além, e dar atenção a outras causas que possam estar na sua origem ou até mesmo ir ao local.

Apesar de ter ocorrido somente uma colisão, como esse valor é dividido pelo volume de tráfego, neste caso com valor igualmente reduzido, tem como consequência um valor de VHL elevado.

5.4.2. Rua da Figueira da Foz com a Rua de Aveiro (I_2)

A interseção I_2 (Figura 5.6) está na categoria 3, e liga ruas classificadas hierarquicamente como vias distribuidoras principais, sendo os volumes de tráfego na hora de ponta de 150 veíc/h/via (considerando o nível hierárquico mais elevado). Em três anos registaram-se 5 acidentes e 6 feridos leves.

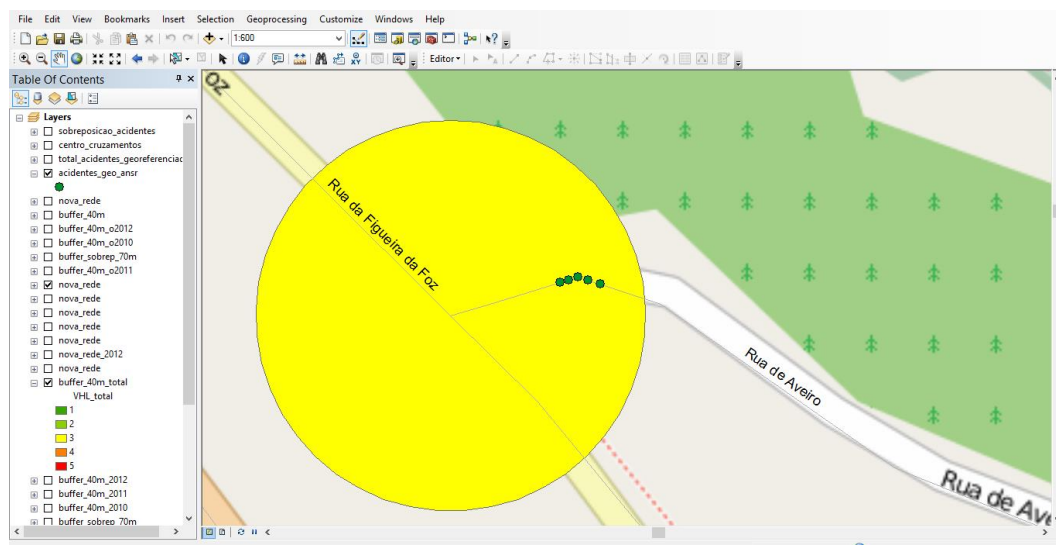


Figura 5.6. Rua da Figueira da Foz com a Rua de Aveiro (I₂)

Na presença de um cruzamento prioritário, a um dos ramos é retirada a prioridade (Rua da Figueira da Foz), através da aplicação do sinal vertical STOP. A Rua de Aveiro tem a particularidade de ter uma inclinação pronunciada e, além disso, tem também más condições de visibilidade. Na Figura 5.6 pode-se observar que todos os acidentes ocorreram na curva.

Neste cruzamento ocorreram 5 acidentes com 6 feridos leves. A inclinação pronunciada na Rua de Aveiro e o facto da Rua da Figueira da Foz ser uma via secundária, permite a adoção de velocidades elevadas na Rua de Aveiro. Este cruzamento é caracterizado por um elevado volume de tráfego. Os acidentes mais comuns nesta interseção foram os despistes e ocorreram entre a 1h50 e as 9h.

5.4.3. Avenida Emídio Navarro com a Ponte de Santa Clara (I₃)

A interseção I₃ (Figura 5.7) está na categoria 3, e liga ruas classificadas hierarquicamente como vias distribuidoras principais, sendo os volumes de tráfego na hora de ponta de 150 veíc/h/via. Em três anos registaram-se 6 acidentes e 9 feridos leves.

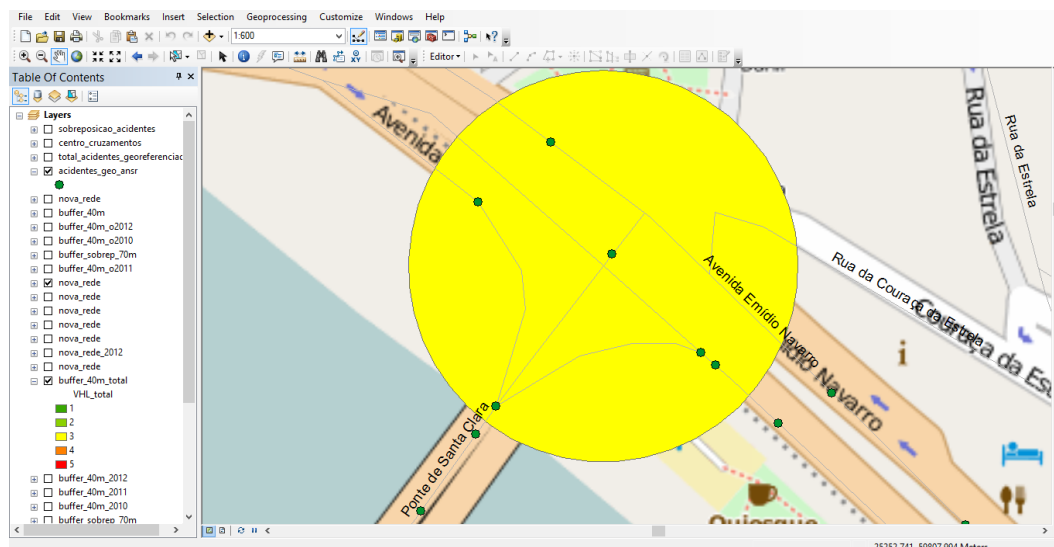


Figura 5.7. Avenida Emídio Navarro com a Ponte de Santa Clara (I₃)

Este cruzamento é controlado por semáforos em todos os ramos, o que é uma boa solução, uma vez que permite controlar os conflitos entre veículos e peões, devido à atribuição de diversos períodos de tempo. No entanto, este cruzamento, do ponto de vista funcional, pode tornar-se confuso por causa da sua geometria (elevado número de vias), embora apresente sinalização vertical e horizontal, e marcas rodoviárias visíveis.

As colisões foram os acidentes mais comuns que se verificaram nesta interseção.

O VHL neste cruzamento é bastante elevado, contribuindo para esse resultado o elevado número de ocorrências, apesar do volume de tráfego elevado.

5.4.4. Avenida Emídio Navarro com a Rua da Alegria (I₄)

A interseção I₄ (Figura 5.8) está na categoria 3, e liga ruas classificadas hierarquicamente como vias distribuidoras principais e vias de acesso local, sendo os volumes de tráfego na hora de ponta de 150 veíc/h/via (considerando o volume de tráfego do nível hierárquico mais elevado). Em três anos registaram-se 5 acidentes e 6 feridos leves.

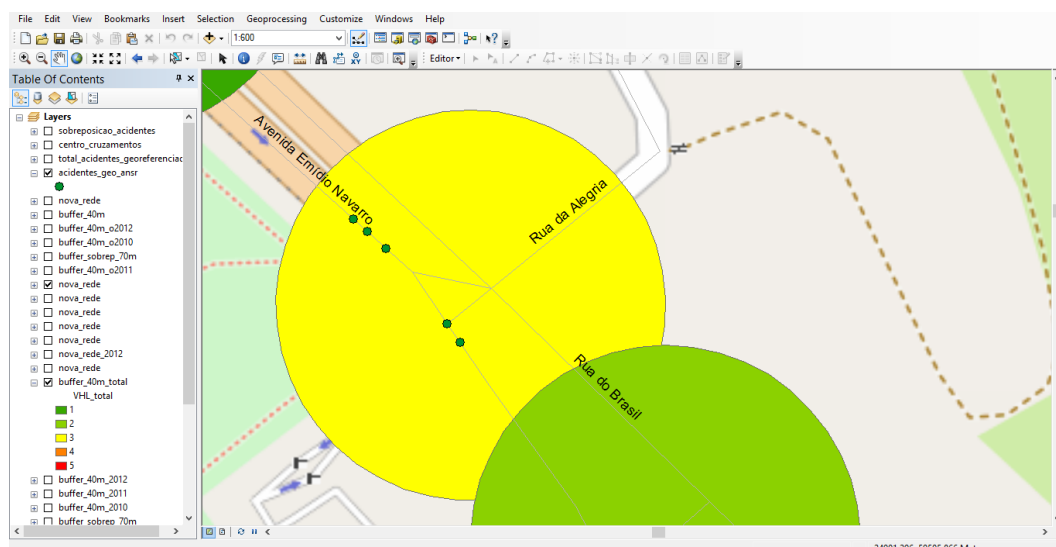


Figura 5.8. Avenida Emídio Navarro com a Rua da Alegria (I₄)

A presença da linha férrea na Avenida Emídio Navarro, apesar desta via apresentar boas características geométricas, pode ser um problema sério para condutores de veículos de duas rodas, pois estes são bastante vulneráveis. Um outro problema evidenciado nesta interseção aquando da consulta dos esquemas são as viragens à esquerda a partir da Rua do Brasil em direção à Avenida da Lousã.

5.4.5. Rotunda da Avenida Fernão de Magalhães com a Rua Padre Estevão Cabral (I₅)

A interseção I₅ (Figura 5.9) está na categoria 5, e liga ruas classificadas hierarquicamente como vias arteriais ou coletoras, sendo os volumes de tráfego na hora de ponta de 238 veíc/h/via. Em três anos registaram-se 9 acidentes e 7 vítimas (6 FL e 1 M).

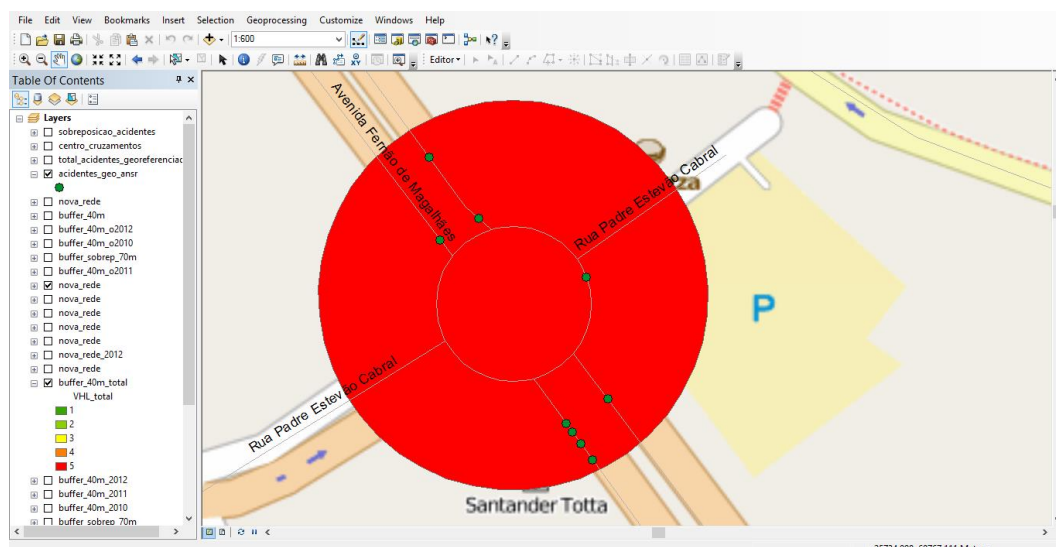


Figura 5.9. Rotunda da Avenida Fernão de Magalhães com a Rua Padre Estevão Cabral (I₅)

Esta rotunda está inserida num espaço plano e, por isso, não origina problemas de visibilidade. Além disso, a ilha central também não tem vegetação que possa obstruir a visibilidade. A rotunda em causa permite uma boa deflexão dos movimentos, pois a ilha central é suficientemente grande, obrigando os condutores dos veículos a defletir a trajetória.

O facto de ter ocorrido uma vítima mortal, faz com que este valor influencie os feridos leves equivalentes (FLE), que por sua vez define o nível de gravidade (parâmetro que entra no numerador do VHL). Assim, esta rotunda atinge o valor normalizado máximo, porque para além do nível de gravidade (G) ser elevado também o número de ocorrências é elevado (e também consta no numerador). A razão entre valores igualmente elevados produz um VHL também elevado.

Nesta rotunda os acidentes mais frequentes são as colisões (3) e os atropelamentos (4).

A ocorrência de uma vítima mortal no ano de 2011 faz com que o valor do IG se destaque negativamente. A Avenida Fernão de Magalhães é caracterizada por um volume de tráfego elevado, classificada como via coletora/arterial. O elevado número de acidentes em conjunto com a gravidade fazem elevar o valor do VHL, atingindo este o valor máximo da escala proposta.

É necessário perceber o facto de todas as restantes rotundas presentes na rede, e nas quais se verificaram acidentes, terem valores de VHL mais reduzidos apesar de terem o mesmo volume de tráfego, quando comparados com os valores da rotunda em estudo.

Analisando essas outras rotundas concluiu-se que grande parte dos acidentes ocorreram com condições atmosféricas adversas, o que pode ter contribuído para esses acidentes. No entanto, a maioria das rotundas têm características favoráveis à prática de velocidades de circulação elevadas.

Quanto às colisões, duas ocorreram sempre numa das saídas da rotunda, mas não originaram feridos. Uma terceira ocorreu enquanto um veículo ligeiro circulava no anel da rotunda e embateu a ilha central, o que pode ser ocorrido por não ter adequado a velocidade às características da via, ou porque não defletiu suficientemente a trajetória na entrada.

5.5. Análise das Interseções para o VHL Calculado para os Três Anos Separadamente (*Buffer* de 40 metros)

No Quadro 5.4 estão indicados os intervalos considerados para o VHL, assim como a sua correspondência com a escala normalizada de 1 a 5. Neste caso os valores de VHL foram determinados isoladamente para cada um dos 3 anos para os quais se dispunha de dados. Os valores da escala normalizada foram obtidos a partir da determinação do VHL para cada um dos anos em estudo (Apêndice VII para o ano 2010; Apêndice VIII para o ano 2011; Apêndice IX para o ano 2012), considerando os valores mínimo e máximo do volume horário de tráfego para calcular o VHL. Depois disso, a amplitude de valores obtidos foi dividida em intervalos iguais.

Quadro 5.4. Correspondência entre os intervalos de VHL obtidos em cada ano e a correspondente escala normalizada (*buffer* de 40 metros)

Intervalos de VHL		
32,00	40,00	5
24,00	32,00	4
16,00	24,00	3
8,00	16,00	2
0,00	8,00	1

Para apoiar a análise foram produzidos os mapas da Figura 5.5 à Figura 5.7 através do ArcGIS, nas quais se visualizam *buffers* com diâmetro de 40 metros, aplicados a cada um dos anos e apenas nas interseções onde ocorreram acidentes. Nos anos 2010 e 2011 verifica-se que existem apenas alguns casos pontuais onde o valor do VHL é igual ou superior a 3. Desta forma, é fundamental estudar cada uma dessas situações para melhor entender porque razão estarão a ocorrer essas variações nos valores.

Também se observa que no ano 2012 há muitas interseções que apresentam um VHL igual ou superior a 3, o que não aconteceu nos anos anteriores. Assim, é necessário analisar estes casos com maior detalhe para tentar compreender as razões para esse aumento.

É de todo o interesse estudar com maior detalhe as interseções que sofreram alterações ao nível do VHL (um acréscimo ou um decréscimo), de modo a verificar se as alterações estarão relacionadas com alterações na infraestrutura rodoviária.

De salientar que nem sempre o elevado número de ocorrências é a causa do aumento do VHL. Isso verifica-se, por exemplo, no caso da interseção da Avenida Doutor Bissaya Barreto com a Rua Aníbal de Lima (VHL = 5).



Figura 5.5. Representação do VHL para o ano 2010 (*buffer* 40 metros)



Figura 5.6. Representação do VHL para o ano 2011 (*buffer* 40 metros)

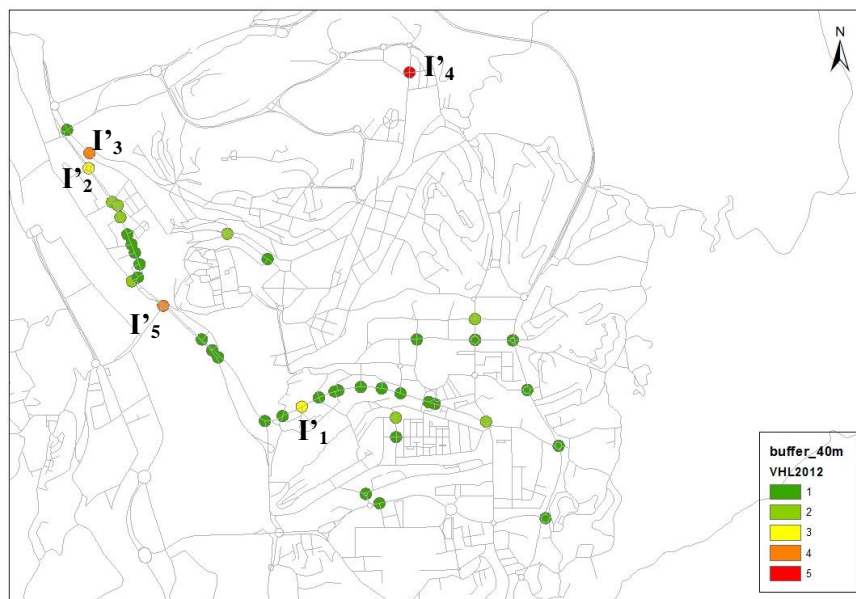


Figura 5.7. Representação do VHL para o ano 2012 (*buffer* 40 metros)

Nas secções que pertencem a este subcapítulo não se abordam, em alguns casos, questões relativas à geometria e níveis de visibilidade, pois já foram abordados no subcapítulo 5.4. Ou seja, esses aspetos só serão descritos na abordagem de interseções que estejam a ser discutidas pela primeira vez.

5.5.1. Rua do Brasil com a Rua Dom João (I'1)

A interseção I'1 está na categoria 3, e liga ruas classificadas hierarquicamente como vias distribuidoras principais e vias de acesso local, sendo os volumes de tráfego na hora de ponta de 150 veíc/h/via (considerando o volume de tráfego do nível hierárquico mais elevado).

Num total de 3 acidentes com vítimas neste cruzamento:

- 3 ocorreram em 2012 com 3 feridos leves.

Este cruzamento revela-se problemático apenas no ano de 2012, conforme se pode ver na Figura 5.7, pois nos anos anteriores o VHL mantém-se no padrão de cor verde. Isto é explicado pelo facto de nos anos de 2010 e 2012 esta interseção não ter tido qualquer acidente.

No ano de 2012 o mesmo cruzamento sofreu um aumento do VHL passando este a ter o valor normalizado de 3, devendo procurar-se explicações para o que contribuiu para isso. Ocorreram 3 feridos leves nesta interseção, o que explica o facto do VHL ter sofrido um acréscimo.

5.5.2. Rotunda Avenida Fernão de Magalhães com a Rua Padre Estevão Cabral (I'₂)

No total de 9 acidentes com feridos nesta rotunda:

- 1 ocorreu em 2010, mas não originou feridos;
- 4 ocorreram em 2011 com 1 vítima mortal e 3 feridos leves;
- 4 ocorreram em 2012 com 3 feridos leves e 1 não gerou feridos.

Esta rotunda apresenta algumas variações quanto ao valor do VHL, primeiro no ano 2010 tem um VHL associado à cor verde, depois no ano 2011 fica com o valor extremo da escala normalizada (VHL 5) e, por fim, no ano 2012 volta a sofrer uma redução do VHL.

No ano 2010 houve 1 acidente, mas este não gerou feridos. Assim sendo o VHL será igual a zero o que faz com que a rotunda em estudo apresente a cor verde.

Em 2011 verificaram-se 2 atropelamentos e 2 despistes com veículos imobilizados ou obstáculos. Enquanto no ano 2012 também se verificaram 2 atropelamentos e duas colisões.

No caso do ano 2011 o facto de ter havido uma vítima mortal num dos despistes leva a que o IG seja muito elevado, correspondendo essa vítima a 10 feridos graves e a 33 feridos leves (segundo a expressão do IG). Desta forma, determinou-se que o valor de FLE é de 15,5 e G também aumenta, pois resulta desse valor. Assim sendo, como o número de ocorrências e G são elevados, e quando este valor é dividido pelo volume de tráfego que também é elevado, tendo em conta da rua que se trata, o VHL tende a acompanhar esse aumento.

No ano 2012 não se registaram vítimas mortais, somente feridos leves, logo o FLE vai ser reduzido e, por sua vez, o G também será reduzido. Daí verificar-se um decréscimo no valor do VHL.

5.5.3. Rua da Figueira da Foz com a Rua de Aveiro (I'₃)

No total de 5 acidentes com feridos neste cruzamento:

- 1 ocorreu em 2011 com 2 feridos leves;
- 4 ocorreram em 2012 com 4 feridos leves.

No ano 2010 como não houve acidentes, o VHL é zero e, por sua vez, este cruzamento terá a cor verde associada.

No ano 2011 o valor de VHL igual a 1 é explicado através do número de ocorrências que se verificam nesse cruzamento. Número de ocorrência (1) e gravidade reduzidos, a dividir por um valor bem maior (comparativamente com o número de ocorrências) traduz-se num VHL igualmente reduzido.

No entanto, no ano 2012 o valor de VHL sofre um aumento passando a posicionar-se na cor laranja. Neste caso, o número de acidentes é elevado e o volume de tráfego é igualmente elevado, o que por sua vez produz um VHL também elevado.

5.5.4. Avenida Doutor Bissaya Barreto com a Rua Aníbal de Lima (I'4)

Neste cruzamento ocorreu apenas 1 acidente em 2012 com 1 ferido leve. Como se mencionou no capítulo 5.4 nem sempre o maior número de ocorrências é determinante para o VHL ser também elevado.

No presente cruzamento, no ano 2012, o VHL alcançou o valor máximo estabelecido atingindo a cor vermelha. Este cruzamento é caracterizado por um volume de tráfego mínimo, cerca de 25 veíc/h/via para a hora de ponta determinada, o qual em conjunto com apenas 1 acidente torna possível um aumento repentino do VHL, pois estão a dividir-se valores muito próximos um do outro.

5.5.5. Avenida Emídio Navarro com a Ponte de Santa Clara (I'5)

No total de 6 acidentes com feridos neste cruzamento:

- 1 ocorreu em 2010 com 1 ferido leve;
- 1 ocorreu em 2011 com 3 feridos leves;
- 4 ocorreram em 2012 com 5 feridos leves.

Neste cruzamento o volume de tráfego para a hora de ponta é elevado. Nos anos 2010 e 2011 o facto de ocorrer apenas uma ocorrência (mesmo que com número de feridos leves diferente) o VHL mantém-se verde, pois quando o valor do TAL (que é pequeno) é dividido por um volume de tráfego tão grande (quando comparado com o numerador) dá origem a um VHL relativamente reduzido.

No entanto, no ano 2012 o VHL tende a aumentar significativamente, pois o número de ocorrências é superior o que, embora sejam valores bastante distintos, faz com que este se aproxime mais do valor do denominador, sendo esta a explicação para o aumento do VHL.

5.6. Análise das Interseções para o VHL Calculado para o Triénio de Forma Agregada (Buffer de 70 metros)

De ressaltar que alguns *buffers* de 40 metros que se efetuaram para os cruzamentos com acidentes, se intersetaram em determinadas situações devido à proximidade entre os cruzamentos. Para essas situações estudou-se a melhor forma de incluir os acidentes num *buffer* que juntasse esses cruzamentos, tendo o cuidado de não adicionar novos acidentes a esse *buffer*. Testaram-se três situações cujos valores foram 60 m, 65 m e 70m, concluindo-se que 70 metros era o único valor capaz de abranger todos os acidentes, sem adição de novos acidentes ao cruzamento.

Foram determinados os valores de VHL para a totalidade dos 3 anos (Apêndice X) e o Quadro 5.5 resultou do valor máximo e mínimo. Após definidos esses valores, os intervalos foram divididos em 5 intervalos iguais. Estes por sua vez resultaram numa escala de 1 a 5, à qual se atribuiu um conjunto de cores para melhor identificar a evolução do VHL.

Quadro 5.5. Intervalos de VHL para a totalidade dos 3 anos (*buffer* 70 metros)

Intervalos VHL		
50,53	60,00	5
41,05	50,53	4
31,58	41,05	3
22,11	31,58	2
12,63	22,11	1

Na Figura 5.8 apresentam-se os cruzamentos que antes se intersetavam e para os quais, como já foi explicado, se determinou que a produção de buffers com 70 metros de diâmetro foi a hipótese capaz de abranger apenas os acidentes dos buffers de 40 metros (que antes se intersetavam), não acrescentando novos acidentes.

Figura 5.8. Representação do VHL total (*buffer* 70 metros)

5.6.1. Avenida Emídio Navarro com a Rua da Alegria com a Avenida da Lousã

Esta é uma das interseções que abrange um maior número de ocorrências (cerca de 9) o que, em conjunto com o elevado volume de tráfego, resulta num VHL também elevado.

Como já foi mencionado na secção 5.4.4., a presença da linha férrea na Avenida Emídio Navarro, apesar desta via apresentar boas características geométricas, pode interferir com a circulação dos condutores de veículos de duas rodas, pois estes são bastante vulneráveis.

5.6.2. Rua do Brasil com a Praça 25 de Abril com a Rua do Ultramar

A Rua do Brasil é uma via com prioridade relativamente à Rua do Ultramar a qual apresenta um sinal vertical STOP. Esta rua tem alguma inclinação, contudo permite bons níveis de visibilidade até porque os ramos fazem um ângulo de 90° entre si. De salientar, que a meio da Rua do Ultramar esta apresenta uma curva fechada o que pode influenciar na perceção da interseção, bem como no ajuste da velocidade (dado que também se verifica inclinação).

No caso da Rua do Brasil com a Praça 25 de Abril, cruzamento prioritário à direita, segundo os esquemas, o principal problema foram as viragens à esquerda a partir da Rua do Brasil. Ou seja, todos os condutores dos veículos que venham da Casa Branca têm prioridade por se apresentarem à direita. Este cruzamento apresenta uma boa geometria, bem como boas condições de visibilidade.

Neste cruzamento ocorreram 6 acidentes com 7 feridos leves.

5.7. Análise das Interseções para o VHL Calculado para os Três Anos Separadamente (*Buffer 70 metros*)

A determinação do VHL para os três anos separadamente encontra-se no Apêndice XI para o ano 2010, no Apêndice XII para o ano 2011 e no Apêndice XIII para o ano 2012 e o Quadro 5.6 resultou do valor máximo e mínimo. Após definidos esses valores, os intervalos foram divididos em 5 intervalos iguais. Estes por sua vez resultaram numa escala de 1 a 5, à qual se atribuiu um conjunto de cores para melhor identificar a evolução do VHL.

As figuras (Figura 5.9 à Figura 5.11) retratam os cruzamentos a estudar para *buffers* com 70 metros de diâmetro, mas agora para cada ano e não para a totalidade.

Os melhores resultados de VHL concentraram-se no ano 2011, ou seja, os níveis de segurança encontram-se entre 1 e 2. No caso dos anos 2010 e 2012, há apenas casos pontuais em que o nível de segurança é igual ou superior a 2.

Quadro 5.6. Intervalos de VHL para cada ano em individual (*buffer 70 metros*)

Intervalos VHL		
32	40	5
24	32	4
16	24	3
8	16	2
0	8	1

Figura 5.9. Representação do VHL 2010 (*buffer* 70 metros)Figura 5.10. Representação do VHL 2011 (*buffer* 70 metros)



Figura 5.11. Representação do VHL 2012 (*buffer* 70 metros)

5.7.1. Rua do Brasil com a Rua da Lousã com a Rua da Alegria (I*₁)

Num total de 9 acidentes com feridos neste cruzamento:

- 6 ocorrem em 2010 com 7 feridos leves;
- 2 ocorrem em 2011 com 2 feridos leves;
- 1 ocorre em 2012 com 2 feridos leves.

Os acidentes mais frequentes são os despistes e os atropelamentos. E do total dos 9 acidentes, 5 ocorrem em pleno dia e os restantes à noite (com iluminação).

5.7.2. Avenida Fernão de Magalhães com a Rua e Cruzamento do Arnado (I*₂)

Num total de 5 acidentes com feridos neste cruzamento:

- 1 ocorreu em 2010 com 1 ferido leve;
- 4 ocorreram em 2012 com 5 feridos leves.

Nesta interseção destaca-se o valor de VHL correspondente ao ano 2012 que sofreu um aumento. Partindo-se do princípio que o facto de no ano 2011 não ter ocorrido qualquer acidente que o VHL seja igual a zero, o que na escala de cores corresponde ao valor 1 (cor verde).

No ano 2010 como ocorreu apenas um acidente e o volume de tráfego desta interseção é bastante elevado, quando se faz o quociente de um valor reduzido por um tão elevado o VHL acaba por ser muito reduzido.

No ano 2012 o facto de terem ocorrido muitos acidentes (4 acidentes) este valor quando combinado com o volume de tráfego, igualmente elevado, resulta num valor de VHL também elevado.

Neste cruzamento, independentemente do ano, todos os acidentes que ocorreram foram colisões.

Importa mencionar que duas das colisões ocorreram com chuva, uma à noite (com iluminação) e uma em pleno dia. Nestas condições o atrito entre pneu-pavimento pode ter-se reduzido, consoante a intensidade da chuva.

Pode concluir-se que a maioria dos acidentes presentes nesta interseção, aconteceram devido aos semáforos.

5.8. Estudo do VHL para Níveis Hierárquicos Inferiores – Ativação de Alertas

Nas secções anteriores foram determinados os valores de VHL nas interseções, considerando, em cada caso, o tráfego da via de nível hierárquico mais elevado no cruzamento.

No entanto, numa análise posterior considerou-se que seria útil determinar o VHL utilizando também o tráfego representativo da via de nível hierárquico mais baixo, de modo a identificar interseções que tivessem um VHL mais desfavorável nestas condições, servindo de alerta para uma avaliação com maior detalhe. Estes alertas têm como principal objetivo garantir que são consideradas outras hipóteses pertinentes de análise na determinação dos níveis de sinistralidade. Assim sendo, recalculou-se o VHL para as interseções onde existe cruzamento de vias com níveis hierárquicos 1, 2 e 4. Desta forma, nas interseções de vias com nível hierárquico 1 (ou 2) e 4, considerou-se o tráfego representativo do nível 4, logo um menor volume de tráfego. Fez-se apenas esta análise complementar em interseções de vias hierarquicamente classificadas como 1 e 4, e 2 e 4, pois só nesses casos seria de esperar uma variação significativa de VHL comparativamente aos valores determinados quando se utilizou o tráfego representativo das vias de nível hierárquico superior.

O Quadro 5.7 corresponde aos intervalos de VHL considerados para cada ano separadamente. Importa referir que estes valores foram normalizados para a gama de VHL obtidos para os valores de tráfego representativos do nível hierárquico 4.

Quadro 5.7. Intervalos de VHL para o triénio, considerando o volume de tráfego da via de nível hierárquico 4 na determinação de VHL

Intervalos VHL						Nível de Segurança
2010		2011		2012		
96	120	64	80	96	120	5
72	96	48	64	72	96	4
48	72	32	48	48	72	3
24	48	16	32	24	48	2
0	24	0	16	0	24	1

De salientar que no caso da rotunda da Avenida Fernão de Magalhães com a Rua Padre Estevão Cabral também se simulou o cálculo de VHL para o tráfego representativo do nível hierárquico 4. Porém, verificou-se que os acidentes verificados não ocorreram na rua com aquele nível hierárquico (acesso local sem saída), pelo que não se prosseguiu com a análise.

O Quadro 5.8 apresenta as interseções que sofreram variações significativas de VHL de uns anos para os outros após a alteração do tráfego considerado e que serão alvo de uma breve análise. Além disso, também apresenta as interseções que deram origem aos limites superiores dos níveis de segurança.

Quadro 5.8. Níveis de segurança para o triénio, considerando o volume de tráfego da via de nível hierárquico 4 na determinação de VHL

Rua	2010	2011	2012
Avenida Emídio Navarro com a Rua da Alegria			
Avenida Fernão de Magalhães com a Rua dos Oleiros			
Rua do Brasil com a Rua D. João			
Avenida Fernão de Magalhães com a Travessa dos Oleiros			
Avenida Fernão de Magalhães com a Rua do Arnado			
Cruzamento do Arnado			
Avenida Sá da Bandeira com a Rua Olímpio Nicolau Rui Fernandes			

Nas interseções onde se verifica um aumento progressivo nos níveis de sinistralidade, esse aumento é explicado pelo aumento do número de ocorrências e do número de feridos leves ao longo do triénio. Como o número de ocorrências é elevado e o volume de tráfego é reduzido produz um VHL elevado.

De salientar que a interseção da Rua do Brasil com a Rua D. João se mantém verde nos dois primeiros anos, porque apenas se verificaram acidentes no ano de 2012.

Desta forma as interseções onde se poderá ativar um alerta para análise mais detalhada são as seguintes:

- Rua do Brasil com a Rua D. João;
- Avenida Fernão de Magalhães com a Travessa dos Oleiros;
- Avenida Fernão de Magalhães com a Rua do Arnado;
- Cruzamento do Arnado;
- Avenida Sá da Bandeira com a Rua Olímpio Nicolau Rui Fernandes.

5.9. Considerações Finais

A base de dados e o processo de georreferenciação dos acidentes ocorridos na cidade de Coimbra, entre 2010 a 2012, foram caracterizados no Capítulo 4. Para esse efeito, foi necessário recorrer a um *software* de SIG cuja opção foi o ArcGIS por ser o *software* SIG mais comum no uso profissional. Este *software* permitiu efetuar as análises necessárias para este trabalho, de forma mais eficaz na medida em que permitiu efetuar as mesmas a partir da cartografia com a localização dos acidentes, tal como se viu no presente capítulo.

Esta dissertação de Mestrado envolveu apenas o estudo das interseções onde se verificaram acidentes durante o período estabelecido, o qual se considerou suficiente para fazer comparações de valores.

Foi através da ferramenta *buffer* e utilizando um diâmetro de 40 metros em torno das interseções, que se determinaram os acidentes que influenciavam as interseções, ou seja, todos os restantes acidentes fora do *buffer* viriam a ser considerados para o estudo de secções correntes.

Devido à proximidade entre alguns cruzamentos, verificou-se que alguns dos *buffers* produzidos se intersetavam. Para solucionar este problema criou-se uma layer de pontos que foram localizados a meio desses cruzamentos que se intersetavam e a partir dessa layer de pontos analisaram-se 3 valores de *buffers* (60, 65 e 70 metros). No entanto, 70 metros foi o valor que se considerou nessas situações, pois conseguia abranger todos os acidentes envolvidos nos *buffers* em torno dos cruzamentos que antes se intersetavam, sem adicionar novos acidentes.

Objetivando-se determinar o valor do VHL para cada cruzamento, fez-se o seu estudo para os 3 anos em separado e para o valor global desses três anos, tanto para o *buffer* de 40 metros como para o *buffer* de 70 metros.

Efetuada as análises concluiu-se que a determinação do VHL isoladamente para o triénio dá mais informação em termos relativos. Ou seja, permite a comparação relativa de cada ano separadamente, percebendo-se melhor as variações que ocorrem entre cada um desses anos. Quando se faz o estudo do VHL agregado não permite ter tanta perceção e/ou sensibilidade das variações que podem ter ocorrido, pois se houver um ano muito mau vai agravar a análise agregada. A determinação do VHL agregado (análise global) não consegue captar as variações que ocorrem quando se calcula o VHL separadamente para cada ano.

Numa segunda análise, com o objetivo de ativar alertas, decidiu-se voltar a determinar o VHL para cada ano separadamente, mas desta vez para o nível hierárquico 4 (vias de acesso local), isto é, para volumes de tráfego reduzidos. No entanto, veio a perceber-se que se justificaria ativar o alerta nas seguintes interseções: Rua do Brasil com a Rua D. João; Avenida Fernão de Magalhães com a Travessa dos Oleiros; Avenida Fernão de Magalhães com a Rua do Arnado; Cruzamento do Arnado; Avenida Sá da Bandeira com a Rua Olímpio Nicolau Rui Fernandes. Isto porque o valor de VHL veio progressivamente a aumentar ao longo do triénio.

De referir que a metodologia descrita na presente dissertação, no caso das rotundas, apenas é válida para o passado, pois o Código da Estrada sofreu uma revisão que entrou em vigor a 1 de janeiro de 2014 para, entre outras normas, esclarecer as regras de circulação em rotundas. Será necessário efetuar as mesmas análises aos dados posteriores a esta data de forma a perceber as alterações produzidas nas ocorrências de acidentes em rotundas.

6. CONCLUSÕES GERAIS E TRABALHOS FUTUROS

6.1. Síntese do Trabalho e Conclusões Gerais

O principal objetivo desta dissertação de Mestrado consistia em determinar os indicadores para a caracterização de níveis de segurança rodoviária na rede urbana de Coimbra, mais especificamente nas interseções e no triénio (2010 a 2012). Para alcançar este objetivo foram delineadas metas, as quais foram cumpridas. Os indicadores foram estabelecidos e estudados, e foi possível concluir que o Valor Hierárquico do Local (VHL), embora ainda pouco utilizado, é um bom indicador, devido aos parâmetros que o constituem. Relativamente ao Índice de Gravidade (IG) concluiu-se que é um indicador muito limitado para o tipo de análise que se pretendeu no presente estudo.

Um aspeto muito importante foi que o estudo do VHL médio isoladamente para cada ano permite que a progressão dos resultados seja mais evidente, pois é possível uma comparação relativa do triénio. O mesmo não acontece no estudo do VHL médio agregado, pois no caso em que haja um ano muito mau isso vai refletir-se na análise agregada.

O processo de trabalho começou por uma caracterização do ambiente rodoviário em interseções do meio urbano, com o objetivo de dar a conhecer melhor quais as condições necessárias para a implementação de cada tipologia. Foram também abordados os aspetos relacionados com a sinalização e a importância da sua boa aplicação na contribuição para bons níveis de segurança. O pavimento tem igualmente um contributo importante e, por isso foram consideradas as suas características funcionais: a irregularidade, a textura e o atrito. Há que garantir que cada uma destas características estão cumpridas e dentro dos valores estabelecidos, caso contrário podem estar reunidas as condições para a ocorrência de acidentes.

Tendo em conta que é nas interseções que se verifica um maior número de acidentes, é também determinante (numa fase posterior e já não abordada neste trabalho) conhecer que manobras influenciam as ocorrências que se registem, de forma a que se possam definir medidas corretivas. Apesar da determinação das causas e da definição de quais as medidas corretivas a aplicar em cada caso, não serem um objetivo deste trabalho, foram mencionadas possíveis medidas corretivas que podem ajudar a resolver os locais detetados quanto às ocorrências de acidentes.

Pretendeu-se então determinar alguns dos indicadores que caracterizam a sinistralidade rodoviária em interseções em meio urbano. Para dar início a este estudo, foi preciso aceder à base de dados (em ficheiro Access e dividida pelos três anos em estudo) da Autoridade Nacional de Segurança Rodoviária (ANSR), constituída por vários campos (entidade fiscal, data/hora, nº de vítimas mortais a 30 dias, nº de feridos graves a 30 dias, nº de feridos leves a 30 dias, etc.). Esta base de dados permitiu ter acesso a informação determinante para o estudo. Através dessa base de dados determinaram-se as ruas com 4 ou mais ocorrências (critério de seleção), de maneira a solicitar à Polícia de Segurança Pública (PSP) de Coimbra os esquemas referentes a esses acidentes. De salientar que além dessas ruas, também se acrescentaram à

lista outras cinco ruas (apesar de terem poucos acidentes) para ajudar a conseguir valores mais fiáveis, as quais contribuíram para melhores resultado

A PSP de Coimbra colaborou na medida em que forneceu os esquemas dos acidentes, bem como a data/hora a que ocorreram os acidentes.

Numa fase posterior criou-se um novo campo na base de dados da ANSR (“NPP_1”), de forma a criar um campo comum que permitisse mais tarde ligar em SIG os dados alfanuméricos aos dados cartográficos. Todos os dados foram aliás preparados para a associação ao Sistema de Informação Geográfica uma vez que este tipo de *software* torna a análise destes dados significativamente mais eficaz. O preenchimento do novo campo foi possível através da associação dos campos “Nome_Rua” e “Datahora” fornecidos pela PSP. Numa fase posterior, procedeu-se à georreferenciação dos acidentes num SIG e a cada um desses acidentes foi-lhe atribuído o esquema que lhe correspondia.

Outros dados complementares para o presente estudo foram os volumes de tráfego fornecidos pela Metro-Mondego (MM), relativos a postos de contagem distribuídos pela rede de Coimbra. Desta forma, determinaram-se os volumes de tráfego das ruas onde se efetuaram as contagens para a hora de ponta considerada. Para as ruas que não tinham volume de tráfego associado foram extrapolados valores para esses locais, através das ruas onde o tráfego foi determinado.

Numa fase posterior, foram efetuados *buffers* em torno de cada interseção de maneira a determinar quais os acidentes que ocorreram efetivamente em cada uma das interseções. O diâmetro escolhido foi de 40 metros, isto é, todos os acidentes dentro de uma área de 40 metros viriam a ser considerados para a análise de cada interseção. Todos os restantes acidentes fora do *buffer* viriam a ser considerados para secções correntes. Dada a proximidade de determinados cruzamentos, foi necessário proceder ao estudo de outro diâmetro (70 metros), de modo a abranger todos os acidentes envolvidos na interseção desses cruzamentos, sem acrescentar novos acidentes.

Após este processo, foram considerados dois indicadores com o objetivo de determinar qual dos dois viria a ser mais relevante, de acordo com os parâmetros que caracterizam cada um. Os dois indicadores envolvidos no presente estudo foram o Índice de Gravidade (IG) e o Valor Hierárquico do Local (VHL).

Concluiu-se que o VHL médio, por dar valores mais elevados que o VHL máximo, era mais relevante para o estudo na medida em que quanto maior é o volume de tráfego maior tende a ser a exposição dos utentes da via. O VHL tem associado a si o volume de tráfego, o número de ocorrências e a gravidade. De salientar que o contributo de VTL para o indicador VHL é favorável quando, apesar do aumento do volume de tráfego, o número de acidentes bem como a sua gravidade não crescem na mesma proporção. Percebeu-se também que uma interseção revela um VHL médio elevado quando o número de ocorrências e o volume de tráfego são ambos reduzidos, isto porque o quociente de valores igualmente reduzidos tem como consequência a elevação do VHL.

6.2. Prosseguimento de Trabalhos Futuros

A presente dissertação compreendia a determinação de indicadores capazes de caracterizar os níveis de segurança rodoviária em interseções em meio urbano, objetivo esse que foi cumprido com sucesso. O IG e o VHL foram os dois indicadores estudados, porém o VHL revelou-se mais determinante em meio urbano dado os parâmetros que o constituem. Este indicador permite identificar e localizar as interseções com VHL mais elevado (pior nível de segurança) e permite, por sua vez, também alertar a entidade gestora e a PSP sobre as interseções mais críticas, em meio urbano e para a cidade de Coimbra, e que merecem uma atenção redobrada. De destacar que a metodologia proposta consistiu na construção de uma ferramenta que está estruturada para ser transposta para outras redes urbanas, e que vai, por sua vez, servir de apoio à decisão tanto para a entidade gestora como para a PSP. Conhecido o objetivo desta ferramenta, seria interessante (numa fase posterior) identificar as manobras que possam estar na origem dos acidentes e propor medidas de mitigação, porém não foi âmbito da presente dissertação proceder a esse estudo.

Relativamente aos valores do volume de tráfego real, só foram determinados porque a Metro-Mondego disponibilizou essa informação em Microsoft Excel e ainda os PDF's relativos aos postos de contagem distribuídos pela rede de Coimbra, de outra forma seria necessário ir aos locais e contabilizar o tráfego num determinado intervalo de tempo, o que seria um processo moroso. Com os valores determinados a partir dos postos de contagem foi possível extrapolar valores de tráfego para outras vias da cidade de Coimbra, pelo que este procedimento é válido para outras cidades desde que sejam sempre feitas contagens de tráfego. Assim, é necessário ter sempre conhecimento dos volumes de tráfego quando se pretender aplicar a metodologia descrita na presente dissertação, sendo também conveniente ter um conjunto significativo de volumes de tráfego de algumas vias para o aglomerado urbano a estudar.

É desejável que a localização dos acidentes já esteja georreferenciada na fonte ou seja na PSP. Este é um procedimento que já acontece embora ainda não de forma totalmente eficaz e, por isso, esta operação ainda consome um tempo considerável. No futuro espera-se que este procedimento implique apenas as operações relativas a acerto dos erros de leituras de satélite relativamente às coordenadas cartográficas com a localização dos acidentes. No presente estudo, a localização e georreferenciação dos acidentes no SIG foi efetuada através da rua e número de polícia, e recorrendo ainda ao esquema do acidente. Nesta situação, aquando da georreferenciação do acidente alguns esquemas não estavam claros o suficiente para se perceber onde o acidente ocorreu exatamente. Desta forma, é conveniente que o agente responsável pela recolha dos dados de um acidente inclua no esquema todos os elementos necessários para a compreensão da pessoa que está a georreferenciar os acidentes num SIG, de maneira a que o procedimento da localização dos acidentes seja o mais próximo possível do que aconteceu realmente.

Como trabalho futuro, e uma vez conhecido o indicador que tem maior influência na caracterização dos níveis de segurança rodoviária em meio urbano, o qual permite identificar e localizar as interseções com piores níveis de segurança, seria conveniente implementar a metodologia proposta a outros aglomerados urbanos, de maneira a deter-se o melhor

conhecimento possível da segurança nessas infraestruturas. Além disso, tendo em conta que a metodologia foi elaborada para a hora de ponta da manhã, futuramente poderia proceder-se ao mesmo estudo mas desta vez para a hora de ponta da noite e considerando um período de estudo de pelo menos 2/3 anos, pois só desta forma é possível comparar valores e perceber a evolução do nível de segurança nas interseções.

No caso das rotundas, a metodologia descrita na presente dissertação é apenas válida para o passado, pelo facto do Código da Estrada ter sofrido uma revisão que entrou em vigor a 1 de janeiro de 2014 para, entre outras normas, esclarecer as regras de circulação em rotundas. Desta forma, seria interessante realizar as mesmas análises aos dados posteriores a esta data de maneira a compreender as alterações produzidas nas ocorrências de acidentes em rotundas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AASHTO (2004). *Geometric Design of Highway and Streets*. American Association of State Highway and Transportation Official. Washington, D.C.
- AFESR (2013). Associação Portuguesa de Segurança e Sinalização Rodoviária. <http://www.afesp.pt/noticias.php> (consultado em novembro de 2013)
- AIPCR/PIARC (2003). *Road Safety Manual*. Technical Committee on Road Safety, World Road Association, Quebec.
- ANSR (2011). Autoridade Nacional de Segurança Rodoviária. *Sinistralidade Rodoviária 2010*. Observatório de Segurança Rodoviária.
- ASTM E867-82. (1982). *Standard Definition of Terms Relating to Traveled Surface Characteristics*. American Society for Testing and Materials. In: Annual Book of ASTM Standards Philadelphia, volume 01.05.
- Branco, F.; Pereira, P.; Santos, L.P.; (2008). *Pavimentos Rodoviários*. Edições Almedina, Coimbra.
- Carvalheira, C. (2002). *Segurança Rodoviária em Meio Urbano. Metodologia para a Definição dum Sistema de Gestão*. Tese de Mestrado, Departamento de Engenharia Civil da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra, Coimbra.
- Carvalheira, C. (2010). *Metodologia de Intervenção na Infraestrutura para Mitigação de Acidentes Rodoviários em Meio Urbano*. Tese de Doutoramento, Departamento de Engenharia Civil da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra, Coimbra.
- CEPRA (2007). *Segurança Rodoviária I*. Centro Profissional Profissional da Reparação Automóvel. Lisboa.
- Elvik, R.; Vaa, T. (2004). *The Handbook of Road Safety Measures*. Elsevier, Amsterdam.
- Eppell, V.A.T.; Bunker, J.M.; McClurg B.A. (2001). *A Four Level Road Hierarchy for Network Planning and Management*. In Jaeger, Vicki, Eds. Proceedings 20th ARRB Conference, Melbourne.
- Ferreira, G. (2010). *Estudo do Desempenho de uma Rotunda da Cidade de Aveiro usando Micro-Simulação de Tráfego*. Tese de Mestrado, Departamento de Engenharia Civil da Universidade de Aveiro, Aveiro.
- Ferreira, S. (2002). *Caracterização da Sinistralidade Rodoviária em Meio Urbano*. Tese de Mestrado, Departamento de Engenharia Civil da Universidade do Porto, Porto.
- Ganho, N. (2009). *Precipitação em Coimbra (Portugal): Regimes Médios e Prováveis como Instrumento Fundamental de Análise de Riscos Hidrogeomorfológicos e Aplicação ao Ordenamento Urbano*. Cadernos de Geografia nº28/29 – 2009/10. Coimbra, FLUC – pp. 21-32.

-
- Garder, P.E. (2004). *The Impact of Speed and Other Variables on Pedestrian Safety in Maine*. Accident Analysis and Prevention, Vol. 36, pp.533-542.
- Gomes, V. (2004). *Medidas Corretivas da Infraestrutura para Melhoria da Segurança Rodoviária*. Tese de Mestrado, Departamento de Engenharia Civil da Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa.
- Goodchild, M. F. (1995): *Geographic Information Systems and Geographic Research*, in: Ground Truth - The Social Implications of Geographic Information Systems, ed. Pickles, J., The Guilford Press, Nova York.
- Gregório, N. (2011). *Sinalização Rodoviária em Meio Urbano. Proposta de Abordagem Aplicada à Realidade Portuguesa*. Tese de Mestrado, Departamento de Engenharia Civil da Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa.
- Greibe, P. (2003). *Accident Prediction Models for Urban Roads*. Accident Analysis and Prevention, Vol. 35, pp.273-285.
- IMTT, (2011). *Rede Viária – Princípios de planeamento e desenho*. Instituto da Mobilidade e dos Transportes Terrestres, Lisboa.
- InIR (2009). Dimensionamento de Rotundas – documento síntese, editado pelo Instituto de Infraestruturas Rodoviárias.
- ITE (2014). Institute of Transportation Engineers. <http://www.ite.org/traffic/tcstate.asp> (consultado em janeiro de 2014).
- IAE (1993). *Norma de Interseções*. Junta Autónoma de Estradas.
- IAE (1995). *Norma de Marcas Rodoviárias*. Junta Autónoma de Estradas.
- Magalhães, 2011. *Avaliação da Sinalização em Interseções Rodoviárias de Nível*. Tese de Mestrado, Departamento de Engenharia Civil da Universidade do Porto, Porto.
- Marques, J. (2005). *Engenharia de Segurança Rodoviária em Áreas Urbanas. Recomendações e Boas Práticas*. Prevenção Rodoviária Portuguesa.
- NCHRP (2002). *Contribution of Pavement Structural Layers to Rutting of Hot Mix Asphalt Pavements*. NCHRP Report 468, National Cooperative Highway Research Program, National Academy Press, Washington D. C.
- Odgen, K. (1996). *Safer Roads, A Guide to Road Safety Engineering*. Monash University, Austrália.
- Pereira, P.; Miranda, C. (1999), “*Gestão da Conservação dos Pavimentos Rodoviários*”. Universidade do Minho. Braga.
- Pinto, J. (2003). *Caracterização Superficial de Pavimentos Rodoviários*. Tese de Mestrado, Departamento de Engenharia Civil da Universidade do Porto, Porto.
- Regulamento de Sinalização do Trânsito – D.R. nº22-A/98, de 1 de outubro, alterado pelos D.R. nº41/2002, de 20 de agosto e nº13/2003, de 26 de junho.
-

-
- Rodrigues, C; Roque, C.; Macedo, J. (2008). *Manual do Planeamento das Acessibilidades e Transportes – Sinalização Rodoviária*. Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional do Norte (CCDR-n).
- Roque, C. (2005). *Manual de Boas Práticas em Sinalização Urbana*. Prevenção Rodoviária Portuguesa, Lisboa.
- Roque, C. (s.d.). *Marcas Rodoviárias. Características Dimensionais. Critérios de Utilização e Colocação*. Disposições Normativas do InIR.
- Seco, A.; Antunes, A.; Costa, A.; Silva, A. (2008a). *Manual do Planeamento das Acessibilidades e Transportes – Princípios Básicos*. Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional do Norte (CCDR-n).
- Seco, A.; Ferreira, S.; Silva, A.; Costa, A. (2008b). *Manual do Planeamento das Acessibilidades e Transportes – Segurança Rodoviária*. Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional do Norte (CCDR-n).
- Seco, A.; Ribeiro, A.; Macedo, J.; Silva, A. (2008c). *Manual do Planeamento das Acessibilidades e Transportes – Acalmia de Tráfego*. Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional do Norte (CCDR-n).
- Silva, A. (2011). *Volume 1 – Medidas Individuais Aplicadas em Atravessamentos de Localidades*. Disposições Normativas para o InIR.
- Silva, A. ; Seco, A. (2002). *Cruzamentos Prioritários e de Prioridade à Direita. Textos Didáticos*. 2ª edição. Universidade de Coimbra e Universidade do Porto.
- Silva, A. ; Seco, A. (2004). *Dimensionamento de Rotundas*. Textos Didáticos. 3ª edição.
- Silva, A.; Seco, A. (2009). *Dimensionamento de Rotundas*. Disposições Normativas para a EP – Estradas de Portugal, E.P.E. (InIR), no âmbito do Acordo-Programa celebrado com a Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra .
- Silva, A.; Seco, A.; Macedo, J. (2008a). *Manual do Planeamento das Acessibilidade e Transportes - Interseções Prioritárias e de Viragem à Direita*. Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional do Norte (CCDR-n).
- Silva, A.; Seco, A.; Macedo, J. (2008b). *Manual do Planeamento das Acessibilidade e Transportes - Rotundas*. Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional do Norte (CCDR-n).
- U.S. Department of Transportation (2010). *Roundabouts: An Informational Guide*. Federal Highway Administration.
- Wambold, J. C.; Henry, J. J.; Hegnon, R. R. (1986). *Skid resistance of wet-weather accident sites*. In: Pottinger, M. G.; Yager, T. J. *The tire pavement interface*. ASTM Standards, pp. 9-15.
-

APÊNDICES

APÊNDICE I – VALORES TOTAIS DE DESPISTES, DE ATROPELAMENTOS E DE COLISÕES POR RUA ENTRE 2010 A 2012

Quadro I.1. Valores totais segundo a natureza dos acidentes no triênio em estudo

	Despistes por rua			Atropelamentos por rua			Colisões por rua		
	2010	2011	2012	2010	2011	2012	2010	2011	2012
Alameda Júlio Henriques	1	0	1	1	1	0	0	3	1
Avenida Cónego Urbano Duarte	2	0	1	0	0	0	2	2	1
Avenida da Cidade Aeminium	1	0	0	1	1	0	3	4	2
Avenida da Lousã	1	0	1	0	0	0	4	0	0
Avenida de Comimbriga	2	0	1	0	2	1	2	1	1
Avenida Elísio de Moura	1	0	0	0	2	1	2	3	2
Avenida Emídio Navarro	5	2	0	3	1	6	1	6	2
Avenida Fernando Namora	1	1	2	1	1	2	4	2	0
Avenida Fernão de Magalhães	0	4	2	7	7	11	6	3	9
Avenida Mendes Silva	2	0	0	2	1	0	3	0	0
Avenida Professor Gouveia Monteiro	16	10	5	0	0	0	6	1	1
Avenida Sá da Bandeira	0	0	1	4	3	3	1	2	2

Quadro I.1. Valores totais segundo a natureza dos acidentes no triênio em estudo (continuação)

	Despistes por rua			Atropelamentos por rua			Colisões por rua		
	2010	2011	2012	2010	2011	2012	2010	2011	2012
Estrada da Beira	8	8	4	3	0	3	8	13	14
Ponte de Santa Clara	0	0	0	2	0	0	2	0	2
Ponte Rainha Santa Isabel	2	0	4	0	0	0	0	2	3
Rua 25 de Abril	2	2	2	1	1	1	1	1	0
Rua Carolina Michaelis	0	0	0	3	0	0	1	0	2
Rua Costa Simões	2	0	0	0	1	0	2	1	1
Rua de Aveiro	1	1	3	0	0	0	4	1	2
Rua do Brasil	2	2	0	7	1	7	5	8	10
Rua dos Combatentes da Grande Guerra	4	1	1	0	0	0	3	1	2
Rua General Humberto Delgado	1	1	0	3	1	0	3	2	1
Rua Miguel Torga	1	1	1	1	0	1	2	2	1

APÊNDICE II – VOLUME DE TRÁFEGO CONHECIDO

Quadro II.1. Determinação do tráfego segundo os postos de contagem

Rua	Hierarquia	Movimento	Tráfego (veíc/h)	Nº de vias	Tráfego (veíc/h/via)	Tráfego vias BUS (BUS/h)
Rua Dr. José Alberto Reis	3	C1 2 3	19 29 10	2	15	
Rua Afrânio Peixoto	2	C1 1 2 6	141 19 318 478	4	120	
Avenida António Portugal	2	C1 1 5 6	141 16 318 475			
		B2 1 2 3 6	70 6 20 6 102	4	129	
		B4 1 2	263 150 413			
			515			
Rua Flávio Rodrigues	3	C1 4 5	58 16 74	2	91	
		B2 1 4 5 6	70 90 16 6 182			
Rua da Manutenção Militar	4	C2 2 3	33 123 156	2	78	

Quadro II.1. Determinação do tráfego segundo os postos de contagem (continuação)

Rua	Hierarquia	Movimento	Tráfego (veíc/h)		Nº de vias	Tráfego (veíc/h/via)	Tráfego vias BUS (BUS/h)
Avenida Sá da Bandeira	2	C2 1 6	196 405	209	4	87	57
Rua Olímpio Nicolau Rui Fernandes	2	C2 4 5	164 345	181	2	159	28
		B8 1 2	163 317	154			
		C2 8	28	28			
Rua Martins de Carvalho	4	C3 3 8	133 218	85	2	109	
Rua Bernardo de Albuquerque	3	C3 4 5	202 415	213	4	104	
Avenida Calouste Gulbenkian	3	C3 7	142 142	142	2	71	
Rua Augusta	4	C3 1	172 172	172	2	86	
Rua Dr. Augusto Rocha	3	C3 2	204 204	204	2	102	
Rua Gomes Freire	4	C3 6	109 109	109	2	55	
Rua Dr. António José de Almeida	4	C4 10	149 149	149	1	130	19
Rua Castro Matoso	2	C4 7 8	90 160	70	2	80	
Calçada Martim de Freitas	4	C4 1 9	206 337	131	4	84	
Alameda Dr. Júlio Henriques	2	C4 2 3	48 108	60	2	54	
Rua da Infantaria 23	2						

Quadro II.1. Determinação do tráfego segundo os postos de contagem (continuação)

Rua	Hierarquia	Movimento	Tráfego (veíc/h)	Nº de vias	Tráfego (veíc/h/via)	Tráfego vias BUS (BUS/h)
Rua de Tomar	4	C4 4 5	89 28	2	59	
Rua Alexandre Herculano	2	C4 6	161 161	2	81	
Rua do Brasil - Oeste	2	C5 1 4 5 6	53 51 28 60	2	141	
Rua do Brasil - Este	2	C5 1 2 4 6	53 118 51 60			
Rua dos Combatentes da Grande Guerra	2	C5 2 3 4 5	118 34 51 28	2	207	
		B6 1 2 3 4 5	176 85 10 88 54			
		C5 7 8	1 1			
Travessa		C5 7 8	1 1	-	-	

Quadro II.1. Determinação do tráfego segundo os postos de contagem (continuação)

Rua	Hierarquia	Movimento	Tráfego (veic/h)		Nº de vias	Tráfego (veic/h/via)	Tráfego vias BUS (BUS/h)
Viaduto do Calhabé	3	C6 5 6	157 234 77		2	117	
Rua do Ultramar	3	C6 3 4	16 38 22		2	19	
Rua de Angola - Este	3	C6 1 2	32 34 2		2	117	
Rua de Angola - Oeste	3	C6 7 8	91 234 143				
Rua Afonso Albuquerque	4	C6 9	41 41		1	41	
Avenida Elísio de Moura	1	C7 4 5	579 1079 500		4	270	
Rua General Humberto Delgado	2	C7 6 7	197 304 107		2	152	
Avenida Fernando Namora	1	C7 1 8	397 684 287		4	171	
Avenida Fernando Namora	1	C8 3 4	346 580 234				
Alameda Infante Dom Pedro I	4	C7 2 3	12 38 26		2	19	
Ladeira do Chão do Bispo	4	C7 9	50 50		2	25	
Via António Ferrer Correia	1	C8 7 8	237 350 113		4	88	

Quadro II.1. Determinação do tráfego segundo os postos de contagem (continuação)

Rua	Hierarquia	Movimento	Tráfego (veíc/h)		Nº de vias	Tráfego (veíc/h/via)	Tráfego vias BUS (BUS/h)
Rua Ribeiro Sanches	4	C8 1 54 2 70	124		2	62	
Avenida Fernão de Magalhães 1	2	C9 1 139 2 324	463		2	217	30
Avenida Fernão de Magalhães 2					4	108	
Avenida Fernão de Magalhães 3	2	C9 5 194 6 264	458		4	107	
Avenida Fernão de Magalhães	2	E1 9 218	218				
Rua Padre Estevão Cabral	2	C9 7 42 8 169	211		3	70	
	2	C9 3 23 4 5	28				
	1	D1 1 133 2 35	168		-	-	
Rotunda da Avenida Inês de Castro							
IC3	1	D1 3 225 4 405	630		4	158	

Quadro II.1.1. Determinação do tráfego segundo os postos de contagem (continuação)

Rua	Hierarquia	Movimento	Tráfego (veíc/h)		Nº de vias	Tráfego (veíc/h/via)	Tráfego vias BUS (BUS/h)
Ponte Rainha Santa Isabel	1	D2	4	92	4	195	
		7		103			
		D3	4	147	4	212	407
		5		65			
Ponte Rainha Santa Isabel Acesso Este		D4	4	248	4	637	159
		5		389			
Ponte Rainha Santa Isabel Acesso Oeste	1		1	304		541	
		A2	2	269			
		3		272			
		4		198			
Avenida Cónego Urbano Duarte	2	D2	2	183	4	420	105
		3		237			
Rotunda Avenida Cónego Urbano Duarte		D4	7	180	-	292	-
		8		112			
Rua Carlos Seixas	3	D2	9	71	2	71	36
Avenida Quinta da Nora	2		5	98	2	297	149
		D2	6	199			
			7	199			
		D3	8	98			

Quadro II.1. Determinação do tráfego segundo os postos de contagem (continuação)

Rua	Hierarquia	Movimento		Tráfego (veíc/h)		Nº de vias	Tráfego (veíc/h/via)	Tráfego vias BUS (BUS/h)
		D2	7	103	103			
Avenida da Boavista	2	D3	1	66		4	79	
			5	65	213			
			6	82	316			
		F1	1	62	171			
			6	109				
Rua Teófilo Braga	4	D3	2	57	97	2	49	
			3	40				
Rua Pedro Hispano	3	D4	1	23	50	2	25	
			6	27				
Avenida Mendes Silva	1	D4	2	440	824	4	206	
			3	384				
		C8	5	199	410			
			6	211				
		D2	1	112	292			
			8	180				
Rua do Padrão	2	E1	4	224	403	4	101	
			5	179				
Circular Externa	1	E2	1	251		4	275	
			2	312	1101			
			3	238				
			4	300				

Quadro II.1.1. Determinação do tráfego segundo os postos de contagem (continuação)

Rua	Hierarquia	Movimento	Tráfego (veíc/h)		Nº de vias	Tráfego (veíc/h/via)	Tráfego vias BUS (BUS/h)
Estrada da Beira - Circular Externa	1	F1	4	287	4	106	
		5	5	138			
Avenida da Guarda Inglesa	1	X3	1	8			
		2	2	4	47		
		X4	2	35			
			1	281	4	241	
		A4	3	244			
		5	5	137			
		6	6	302			
Estrada da Beira 1	1		1	311			
			2	15			
		A1	3	33	2	264	
			4	10			
			5	159			
Ponte de Santa Clara	2		1	152			
			2	111			
		A3	3	66	4	103	
			4	60			
			7	21			

Quadro II.1. Determinação do tráfego segundo os postos de contagem (continuação)

Rua	Hierarquia	Movimento	Tráfego (veíc/h)	Nº de vias	Tráfego (veíc/h/via)	Tráfego vias BUS (BUS/h)
Avenida Emídio Navarro	2	A3	1 152	4	172	16
			2 111			
			3 66			
			4 60			
			5 130			
			6 162			
			7 21			
Avenida Professor Gouveia Monteiro	2	B1	1 184	4	222	
			4 135			
			5 300			
			6 270			
			2 17			
			3 15			
Rua Dr. Afonso Romão	2	B1	4 135	4	117	
			5 300			
			1 184			
			2 17			
			3 15			
Rua Costa Simões	2	B1	4 135	4	122	
			5 300			
			1 184			
			2 17			

Quadro II.1. Determinação do tráfego segundo os postos de contagem (continuação)

Rua	Hierarquia	Movimento	Tráfego (veíc/h)		Nº de vias	Tráfego (veíc/h/via)	Tráfego vias BUS (BUS/h)
Rua Brigadeiro Correia Cardoso	3	2	6		2	66	
		B2 3	20	132			
		4	90				
		5	16				
Calçada do Gato	4	1	13	37	2	19	
		2	24				
Rua Miguel Torga	2	1	6		2	160	
		2	160				
		B5 3	54	319			
		4	23				
		5	76				
Avenida Dr. Dias da Silva	3	1	219	318	2	46	
		2	99				
		3	54				
		B5 4	23	92			
Rua Santa Teresa	2	6	15		3	84	
		2	160				
		B5 5	76	251			
Avenida Dr. Marnoco e Sousa	4	6	15		2	3	
		B5 1	6	6			

Quadro II.1. Determinação do tráfego segundo os postos de contagem (continuação)

Rua	Hierarquia	Movimento	Tráfego (veíc/h)		Nº de vias	Tráfego (veíc/h/via)	Tráfego vias BUS (BUS/h)
Ladeira do Seminário	4	B6 2 3	85 10	95	1	95	
Ladeira das Alpenduradas	4	B6 5	54	54	1	54	
Rua da Couraça da Estrela	4	B7 1	32	32	1	32	
Rua da Sofia	2	B8 1 2	163 154	317	2	159	
Rua de Aveiro	4	B9 2 3 4	8 143 210	361	2	181	
Rua da Figueira da Foz	3	B9 1 2 3 4	24 8 143 210	32 385	2	193	

Nota: Os valores sombreados a azul não foram considerados na análise, pelo facto de se considerar que não representam o volume de tráfego real do local.

Quadro II.2. Intervalos de volume de tráfego obtidos para cada nível hierárquico

Níveis Hierárquicos	Mínimo	Máximo	Diferença
1	87,5	275,25	187,75
2	54	222,25	168,25
3	25	192,5	167,5
4	3	180,5	177,5

Estabeleceram-se os intervalos de tráfego para cada nível hierárquico a partir do valor máximo e mínimo, possível de obter no Quadro II.2.

Quadro II.3. Intervalos de volume de tráfego estabelecidos para cada nível hierárquico

Níveis Hierárquicos	Intervalo	
1	201	275
2	101	200
3	51	100
4	3	50

APÊNDICE III – DADOS DO VHL MÉDIO E MÁXIMO PARA 2010

Quadro III.1. Determinação do VHL médio e máximo para 2010

Rua	Vítimas Mortais	Feridos Graves	Feridos Leves	IG	FLE	G	Hierarquia	VTL Médio	VTL Máximo	TAL	VHL (VTL Médio)	VHL (VTL Máximo)
Alameda Doutor Armando Gonçalves	0	0	2	6	2	1	2	150	200	2	13,33	10
Alameda Júlio Henriques	0	0	4	12	4	1	2	150	200	2	13,33	10
Avenida Calouste Gulbenkian	0	0	2	6	2	1	2	150	200	2	13,33	10
Avenida Cónego Urbano Duarte	0	0	8	24	8	1	2	150	200	4	26,67	20
Avenida da Boavista	0	0	6	18	6	1	1	237,5	275	1	4,21	3,64
Avenida da Cidade Aeminium	0	0	7	21	7	1	3	75	100	5	66,67	50
Avenida da Guarda Inglesa	0	0	2	6	2	1	1	237,5	275	2	8,42	7,27
Avenida da Lousã	0	0	5	15	5	1	2	150	200	5	33,33	25
Avenida de Conimbriga	0	0	6	18	6	1	1	237,5	275	4	16,84	14,55
Avenida Dias da Silva	0	0	1	3	1	1	3	75	100	1	13,33	10
Avenida Dom Afonso Henriques	0	0	1	3	1	1	3	75	100	1	13,33	10
Avenida Doutor Bissaya Barreto	0	0	1	3	1	1	4	25	50	1	40	20
Avenida Elísio de Moura	0	0	3	9	3	1	1	237,5	275	3	12,63	10,91
Avenida Emídio Navarro	0	0	10	30	10	1	2	150	200	9	60	45
Avenida Fernando Namora	0	0	13	39	13	2	1	237,5	275	7	58,95	50,91
Avenida Fernão de Magalhães	0	0	16	48	16	2	1	237,5	275	13	109,47	94,55
Avenida Inês de Castro	0	0	2	6	2	1	1	237,5	275	2	8,42	7,27
Avenida João das Regras	0	0	2	6	2	1	1	237,5	275	1	4,21	3,64
Avenida Mendes Silva	0	0	8	24	8	1	1	237,5	275	7	29,47	25,45
Avenida Professor Gouveia Monteiro	0	0	37	111	37	4	1	237,5	275	22	370,53	320
Avenida Sá da Bandeira	0	0	6	18	6	1	2	150	200	5	33,33	25
Calçada do Gato	0	0	3	9	3	1	3	75	100	1	13,33	10
Estrada da Beira	0	0	7	21	7	1	2	150	200	6	40	30
Estrada de Coselhas	0	0	3	9	3	1	1	237,5	275	2	8,42	7,27
Estrada de Vale de Canas	0	0	2	6	2	1	3	75	100	2	26,67	20
Estrada Principal da Rocha	0	0	1	3	1	1	3	75	100	1	13,33	10
IC2	0	1	49	157	51,25	5	1	237,5	275	36	757,89	654,55
Ponte de Santa Clara	0	0	4	12	4	1	2	150	200	4	26,67	20
Ponte do Açude	0	1	7	31	9,25	1	3	75	100	3	40	30

Quadro III.1. Determinação do VHL médio e máximo para 2010 (continuação)

Rua	Vítimas Mortais	Feridos Graves	Feridos Leves	IG	FLE	G	Hierarquia	VTL Médio	VTL Máximo	TAL	VHL (VTL Médio)	VHL (VTL Máximo)		
Ponte Rainha Santa Isabel	1	0	9	127	21,5	2	1	237,5	275	4	33,68	1	29,09	1
Praça Infante Dom Henrique	0	0	1	3	1	1	4	25	50	1	40	1	20	1
Rotunda das Lages	0	0	2	6	2	1	1	237,5	275	2	8,42	1	7,27	1
Rua Almeida Garret	0	0	1	3	1	1	4	25	50	1	40	1	20	1
Rua Antero de Quental	0	0	1	3	1	1	3	75	100	1	13,33	1	10	1
Rua António Granjo	0	0	2	6	2	1	4	25	50	2	80	2	40	1
Rua António Vasconcelos	0	0	2	6	2	1	4	25	50	2	80	2	40	1
Rua Bento de Jesus Caraça	0	1	0	10	2,25	1	2	150	200	1	6,67	1	5	1
Rua Bernardo de Albuquerque	0	0	2	6	2	1	2	150	200	2	13,33	1	10	1
Rua Brigadeiro Correia Cardoso	0	0	2	6	2	1	3	75	100	2	26,67	1	20	1
Rua Câmara Pestana	0	0	1	3	1	1	4	25	50	1	40	1	20	1
Rua Capitão Pereirinha	0	0	3	9	3	1	4	25	50	3	120	2	60	1
Rua Carlos Alberto Pinto de Abreu	0	0	1	3	1	1	3	75	100	1	13,33	1	10	1
Rua Carolina Michaelis	0	0	4	12	4	1	2	150	200	4	26,67	1	20	1
Rua Castro Matoso	0	0	1	3	1	1	2	150	200	1	6,67	1	5	1
Rua Correia Teles	0	0	1	3	1	1	4	25	50	1	40	1	20	1
Rua Costa Simões	0	0	6	18	6	1	2	150	200	4	26,67	1	20	1
Rua da Casa Branca	0	0	1	3	1	1	3	75	100	1	13,33	1	10	1
Rua da Escola	0	0	1	3	1	1	4	25	50	1	40	1	20	1
Rua da Figueira da Foz	0	0	10	30	10	1	2	150	200	3	20	1	15	1
Rua da Liberdade	0	0	4	12	4	1	4	25	50	2	80	2	40	1
Rua da Misericórdia	0	0	1	3	1	1	4	25	50	1	40	1	20	1
Rua da Sofia	0	0	4	12	4	1	2	150	200	3	20	1	15	1
Rua Daniel Rodrigues	0	0	1	3	1	1	4	25	50	1	40	1	20	1
Rua das Laranjeiras	0	0	1	3	1	1	4	25	50	1	40	1	20	1
Rua de Angola	0	0	3	9	3	1	3	75	100	1	13,33	1	10	1
Rua de Aveiro	0	0	6	18	6	1	2	150	200	5	33,33	1	25	1
Rua de Baixo - Vilarinho	0	0	1	3	1	1	4	25	50	1	40	1	20	1
Rua de Macau	0	0	3	9	3	1	3	75	100	2	26,67	1	20	1

Quadro III.1. Determinação do VHL médio e máximo para 2010 (continuação)

Rua	Vítimas Mortais	Feridos Graves	Feridos Leves	IG	FLE	G	Hierarquia	VTL Médio	VTL Máximo	TAL	VHL (VTL Médio)	VHL (VTL Máximo)
Rua de Tomar	0	0	1	3	1	1	3	75	100	1	13,33	10
Rua do Brasil	0	0	16	48	16	2	2	150	200	14	186,67	140
Rua do Cedro	0	0	1	3	1	1	4	25	50	1	40	20
Rua do Padrão	0	0	1	3	1	1	1	237,5	275	1	4,21	3,64
Rua do Rebolim	0	0	3	9	3	1	3	75	100	1	13,33	10
Rua Dom Francisco de Almeida	0	0	3	9	3	1	4	25	50	1	40	20
Rua Dom Luís da Cunha	0	0	1	3	1	1	4	25	50	1	40	20
Rua Dom Manuel I	0	0	1	3	1	1	2	150	200	1	6,67	5
Rua Dom Pedro de Cristo	0	0	1	3	1	1	3	75	100	1	13,33	10
Rua dos Combatentes da Grande Guerra	0	0	8	24	8	1	2	150	200	7	46,67	35
Rua dos Coutinhos	0	0	1	3	1	1	4	25	50	1	40	20
Rua Doutor António José de Almeida	0	0	2	6	2	1	3	75	100	1	13,33	10
Rua Doutor Daniel de Matos	0	0	1	3	1	1	3	75	100	1	13,33	10
Rua Doutor Francisco Sá Carneiro	0	0	1	3	1	1	3	75	100	1	13,33	10
Rua Doutor Manuel Rodrigues	0	0	1	3	1	1	2	150	200	1	6,67	5
Rua Filipe Hodart	0	0	1	3	1	1	4	25	50	1	40	20
Rua Flávio Rodrigues	0	0	4	12	4	1	3	75	100	3	40	30
Rua Fonseca Pinto	0	0	1	3	1	1	4	25	50	1	40	20
Rua General Humberto Delgado	0	0	7	21	7	1	2	150	200	7	46,67	35
Rua Gomes Freire	0	0	1	3	1	1	2	150	200	1	6,67	5
Rua João de Deus Ramos	0	0	2	6	2	1	2	150	200	2	13,33	10
Rua João de Ruão	0	0	1	3	1	1	4	25	50	1	40	20
Rua Jorge Anjinho	0	0	1	3	1	1	3	75	100	1	13,33	10
Rua Lúcio de Almeida	0	0	1	3	1	1	4	25	50	1	40	20
Rua Luís António Duarte Santos	0	0	1	3	1	1	4	25	50	1	40	20
Rua Luís António Verney	0	0	2	6	2	1	1	237,5	275	2	8,42	7,27
Rua Luís Reis Santos	0	0	1	3	1	1	4	25	50	1	40	20
Rua Miguel Torga	0	1	6	28	8,25	1	2	150	200	4	26,67	20
Rua Olímpio Nicolau Rui Fernandes	0	0	2	6	2	1	2	150	200	1	6,67	5

Quadro III.1. Determinação do VHL médio e máximo para 2010 (continuação)

Rua	Vítimas Mortais	Feridos Graves	Feridos Leves	IG	FLE	G	Hierarquia	VTL Médio	VTL Máximo	TAL	VHL (VTL Médio)		VHL (VTL Máximo)	
Rua Paulo Quintela	0	0	5	15	5	1	3	75	100	3	40	1	30	1
Rua Pedro Nunes	0	0	1	3	1	1	3	75	100	1	13,33	1	10	1
Rua Pêro Vaz de Caminha	0	0	1	3	1	1	3	75	100	1	13,33	1	10	1
Rua Rosa Falcão	0	0	1	3	1	1	4	25	50	1	40	1	20	1
Rua Rui Braga Carrington da Costa	0	0	2	6	2	1	3	75	100	2	26,67	1	20	1
Rua Tenente Valadim	0	0	1	3	1	1	3	75	100	1	13,33	1	10	1
Rua Teófilo Braga	0	0	1	3	1	1	3	75	100	1	13,33	1	10	1
Rua Virgílio Correia	0	0	2	6	2	1	4	25	50	1	40	1	20	1
Rua Vitorino Nemésio	0	0	1	3	1	1	3	75	100	1	13,33	1	10	1
Urbanização Santa Isabel - Almas de Freire	0	0	1	3	1	1	3	75	100	1	13,33	1	10	1

APÊNDICE IV – DADOS DO VHL MÉDIO E MÁXIMO PARA 2011

Quadro IV.1. Determinação do VHL médio e máximo para 2011

Rua	Vítimas Mortais	Feridos Graves	Feridos Leves	IG	FLE	G	Hierarquia	VTL Médio	VTL Máximo	TAL	VHL (VTL Médio)	VHL (VTL Máximo)		
Acesso da Guarda Inglesa	0	0	1	3	1	1	1	237,5	275	1	4,21	1	3,64	1
Alameda Doutor Armando Gonçalves	0	0	3	9	3	1	2	150	200	3	20	1	15	1
Alameda Júlio Henriques	0	0	9	27	9	1	2	150	200	4	26,67	1	20	1
Alameda Marquesa de Pomares	0	0	1	3	1	1	4	25	50	1	40	2	20	1
Avenida Mário Silva	0	0	2	6	2	1	1	237,5	275	2	8,42	1	7,27	1
Avenida António Portugal	0	0	2	6	2	1	2	150	200	2	13,33	1	10	1
Avenida Calouste Gulbenkian	0	0	4	12	4	1	2	150	200	3	20	1	15	1
Avenida Cónego Urbano Duarte	0	0	2	6	2	1	2	150	200	2	13,33	1	10	1
Avenida da Cidade Aeminium	0	0	7	21	7	1	3	75	100	5	66,67	3	50	3
Avenida da Guarda Inglesa	0	0	1	3	1	1	1	237,5	275	1	4,21	1	3,64	1
Avenida de Conimbriga	0	0	3	9	3	1	1	237,5	275	3	12,63	1	10,91	1
Avenida Dias da Silva	0	0	2	6	2	1	3	75	100	2	26,67	1	20	1
Avenida Dom Afonso Henriques	0	0	1	3	1	1	3	75	100	1	13,33	1	10	1
Avenida Doutor Bissaya Barreto	0	0	2	6	2	1	4	25	50	2	80	4	40	2
Avenida Elísio de Moura	0	0	11	33	11	1	1	237,5	275	9	37,89	2	32,73	2
Avenida Emídio Navarro	0	0	12	36	12	1	2	150	200	9	60	3	45	3
Avenida Fernando Namora	0	0	6	18	6	1	1	237,5	275	6	25,26	1	21,82	1
Avenida Fernão de Magalhães	0	1	14	52	16,25	2	1	237,5	275	13	109,47	5	94,55	5
Avenida Inês de Castro	0	0	1	3	1	1	1	237,5	275	1	4,21	1	3,64	1
Avenida João das Regras	0	0	4	12	4	1	1	237,5	275	2	8,42	1	7,27	1
Avenida Mendes Silva	0	0	2	6	2	1	1	237,5	275	2	8,42	1	7,27	1
Avenida Professor Gouveia Monteiro	0	0	14	42	14	2	1	237,5	275	10	84,21	4	72,73	4
Avenida Sá da Bandeira	0	0	6	18	6	1	2	150	200	5	33,33	2	25	2
Calçada de Santa Isabel	0	0	2	6	2	1	4	25	50	1	40	2	20	1
Cruzamento da Casa do Sal	0	0	2	6	2	1	1	237,5	275	2	8,42	1	7,27	1
Estrada da Beira	0	0	7	21	7	1	1	237,5	275	6	25,26	1	21,82	1
Estrada de Coselhas	0	1	1	13	3,25	1	1	237,5	275	2	8,42	1	7,27	1
Estrada Vale de Canas	0	0	2	6	2	1	3	75	100	1	13,33	1	10	1
IC2	2	0	45	335	70	5	1	237,5	275	33	694,74	5	600	5

Quadro IV.1. Determinação do VHL médio e máximo para 2011 (continuação)

Rua	Vítimas Mortais	Feridos Graves	Feridos Leves	IG	FLE	G	Hierarquia	VTL Médio	VTL Máximo	TAL	VHL (VTL Médio)		VHL (VTL Máximo)	
Ladeira da Portela da Cobiça	0	0	2	6	2	1	4	25	50	1	40	2	20	1
Largo da Cruz de Celas	0	0	1	3	1	1	2	150	200	1	6,67	1	5	1
Ponte do Açude	0	0	8	24	8	1	3	75	100	7	93,33	4	70	4
Ponte Rainha Santa Isabel	0	0	3	9	3	1	1	237,5	275	2	8,42	1	7,27	1
Praça Águas de Maia	0	0	1	3	1	1	2	150	200	1	6,67	1	5	1
Praça da República	0	0	1	3	1	1	2	150	200	1	6,67	1	5	1
Praça Heróis do Ultramar	0	0	1	3	1	1	4	25	50	1	40	2	20	1
Praceta Diogo Cão	0	0	1	3	1	1	4	25	50	1	40	2	20	1
Rotunda da circular externa	0	0	1	3	1	1	1	237,5	275	1	4,21	1	3,64	1
Rotunda da Fucoli	0	0	2	6	2	1	1	237,5	275	2	8,42	1	7,27	1
Rotunda das Lajes	0	0	2	6	2	1	1	237,5	275	2	8,42	1	7,27	1
Rotunda do Almegue	0	0	1	3	1	1	1	237,5	275	1	4,21	1	3,64	1
Rotunda do Vale Gemil	0	0	1	3	1	1	4	25	50	1	40	2	20	1
Rua Afrânio Peixoto	0	0	4	12	4	1	2	150	200	3	20	1	15	1
Rua António Augusto Gonçalves	0	0	2	6	2	1	3	75	100	2	26,67	1	20	1
Rua António Granjo	0	0	1	3	1	1	4	25	50	1	40	2	20	1
Rua Augusto Marques Bom	0	0	1	3	1	1	4	25	50	1	40	2	20	1
Rua Bernardo de Albuquerque	0	0	2	6	2	1	2	150	200	2	13,33	1	10	1
Rua Brigadeiro Correia Cardoso	0	0	3	9	3	1	3	75	100	2	26,67	1	20	1
Rua Comandante Sacadura Cabral	0	0	1	3	1	1	4	25	50	1	40	2	20	1
Rua Costa Simões	0	0	2	6	2	1	2	150	200	2	13,33	1	10	1
Rua Couraça de Lisboa	0	0	1	3	1	1	4	25	50	1	40	2	20	1
Rua da Alegria	0	0	1	3	1	1	4	25	50	1	40	2	20	1
Rua da Casa Branca	0	0	2	6	2	1	3	75	100	2	26,67	1	20	1
Rua da Infantaria 23	0	0	6	18	6	1	3	75	100	2	26,67	1	20	1
Rua da Liberdade	0	1	2	16	4,25	1	4	25	50	3	120	5	60	4
Rua da Manutenção Militar	0	0	1	3	1	1	3	75	100	1	13,33	1	10	1
Rua da Saragoça	0	0	1	3	1	1	3	75	100	1	13,33	1	10	1
Rua da Sofia	0	1	1	13	3,25	1	2	150	200	2	13,33	1	10	1

Quadro IV.1. Determinação do VHL médio e máximo para 2011 (continuação)

Rua	Vítimas Mortais	Feridos Graves	Feridos Leves	IG	FLE	G	Hierarquia	VTL Médio	VTL Máximo	TAL	VHL (VTL Médio)	VHL (VTL Máximo)		
Rua Daniel Rodrigues	0	0	1	3	1	1	4	25	50	1	40	2	20	1
Rua de Angola	0	0	2	6	2	1	3	75	100	2	26,67	1	20	1
Rua de Aveiro	0	0	3	9	3	1	2	150	200	2	13,33	1	10	1
Rua do Arco da Traição	0	0	1	3	1	1	3	75	100	1	13,33	1	10	1
Rua do Brasil	0	0	12	36	12	1	2	150	200	11	73,33	4	55	4
Rua do Carmo	0	0	1	3	1	1	4	25	50	1	40	2	20	1
Rua do Estádio	0	0	2	6	2	1	2	150	200	2	13,33	1	10	1
Rua do Padrão	0	0	2	6	2	1	1	237,5	275	2	8,42	1	7,27	1
Rua do Padre Melo	0	0	1	3	1	1	4	25	50	1	40	2	20	1
Rua do Teodoro	0	0	1	3	1	1	4	25	50	1	40	2	20	1
Rua Dom Manuel I	0	0	2	6	2	1	2	150	200	2	13,33	1	10	1
Rua dos Alqueves	0	0	1	3	1	1	4	25	50	1	40	2	20	1
Rua dos Combatentes da Grande Guerra	0	0	4	12	4	1	2	150	200	2	13,33	1	10	1
Rua Doutor António José de Almeida	0	0	1	3	1	1	3	75	100	2	26,67	1	20	1
Rua Doutor Manuel Rodrigues	0	0	2	6	2	1	2	150	200	2	13,33	1	10	1
Rua Ernerto Cena de Oliveira (Sena)	0	0	1	3	1	1	4	25	50	1	40	2	20	1
Rua Fernandes Martins (Doutor)	0	0	1	3	1	1	4	25	50	1	40	2	20	1
Rua Fig. Foz / Rua de Aveiro	0	0	1	3	1	1	2	150	200	1	6,67	1	5	1
Rua Flávio Rodrigues	0	0	1	3	1	1	3	75	100	1	13,33	1	10	1
Rua General Humberto Delgado	0	0	4	12	4	1	2	150	200	3	20	1	15	1
Rua João de Deus Ramos	0	0	1	3	1	1	2	150	200	1	6,67	1	5	1
Rua João Machado	0	0	1	3	1	1	2	150	200	1	6,67	1	5	1
Rua Lourenço de Almeida Azevedo	0	0	1	3	1	1	4	25	50	1	40	2	20	1
Rua Luís António Verney	0	0	4	12	4	1	1	237,5	275	2	8,42	1	7,27	1
Rua Luís de Camões	0	0	1	3	1	1	4	25	50	1	40	2	20	1
Rua Miguel Torga	0	0	3	9	3	1	2	150	200	3	20	1	15	1
Rua Milagre das Rosas	0	0	1	3	1	1	4	25	50	1	40	2	20	1
Rua Monsenhor Augusto Neves Pereira	0	0	1	3	1	1	2	150	200	1	6,67	1	5	1
Rua Nicolau Chanterenne	0	0	2	6	2	1	3	75	100	2	26,67	1	20	1

Quadro IV.1. Determinação do VHL médio e máximo para 2011 (continuação)

Rua	Vítimas Mortais	Feridos Graves	Feridos Leves	IG	FLE	G	Hierarquia	VTL Médio	VTL Máximo	TAL	VHL (VTL Médio)		VHL (VTL Máximo)	
Rua Nicolau Rui Fernandes (Olímpio)	0	0	2	6	2	1	2	150	200	2	13,33	1	10	1
Rua Nossa Senhora das Victórias	0	0	1	3	1	1	4	25	50	1	40	2	20	1
Rua Oliveira Matos	0	0	1	3	1	1	2	150	200	1	6,67	1	5	1
Rua Padre Manuel da Nobrega (Nóbrega)	0	0	1	3	1	1	4	25	50	1	40	2	20	1
Rua Paulo Quintela (Doutor)	0	0	2	6	2	1	3	75	100	2	26,67	1	20	1
Rua Pedro Monteiro	0	0	1	3	1	1	3	75	100	1	13,33	1	10	1
Rua Princesa Cindazunda	0	0	2	6	2	1	4	25	50	1	40	2	20	1
Rua Santa Teresa	0	0	1	3	1	1	3	75	100	1	13,33	1	10	1
Rua Teófilo Braga	0	0	1	3	1	1	3	75	100	1	13,33	1	10	1
Rua Verde Pinho	0	0	1	3	1	1	4	25	50	1	40	2	20	1
Travessa do Pinhal de Marrocos	0	0	1	3	1	1	4	25	50	1	40	2	20	1
Via António Ferrer Correia	0	0	1	3	1	1	1	237,5	275	1	4,21	1	3,64	1

APÊNDICE V – DADOS DO VHL MÉDIO E MÁXIMO PARA 2012

Quadro V.1. Determinação do VHL médio e máximo para 2012

Rua	Vítimas Mortais	Feridos Graves	Feridos Leves	IG	FLE	G	Hierarquia	VTL Médio	VTL Máximo	TAL	VHL (VTL Médio)	VHL (VTL Máximo)
Alameda Doutor Armando Gonçalves	0	0	4	12	4	1	2	150	200	3	20	15
Alameda Júlio Henriques	0	0	2	6	2	1	2	150	200	2	13,33	10
Avenida Inês de Castro	0	0	1	3	1	1	1	237,5	275	1	4,21	3,64
Avenida António Portugal	0	0	3	9	3	1	2	150	200	2	13,33	10
Avenida Calouste Gulbenkian	0	0	2	6	2	1	2	150	200	2	13,33	10
Avenida Cónego Urbano Duarte	2	0	1	203	26	3	2	150	200	2	40	30
Avenida da Cidade Aeminium	0	0	2	6	2	1	3	75	100	2	26,67	20
Avenida da Guarda Inglesa	0	0	2	6	2	1	1	237,5	275	2	8,42	7,27
Avenida da Lousã	0	0	1	3	1	1	2	150	200	1	6,67	5
Avenida de Conimbriga	0	1	3	19	5,25	1	1	237,5	275	3	12,63	10,91
Avenida Doutor Bissaya Barreto	0	0	1	3	1	1	4	25	50	1	40	20
Avenida Elísio de Moura	0	0	5	15	5	1	1	237,5	275	5	21,05	18,18
Avenida Emídio Navarro	0	0	10	30	10	1	2	150	200	8	53,33	40
Avenida Fernando Namora	0	0	5	15	5	1	1	237,5	275	5	21,05	18,18
Avenida Fernão de Magalhães	0	0	25	75	25	3	1	237,5	275	22	277,89	240
Avenida João das Regras	0	0	2	6	2	1	1	237,5	275	2	8,42	7,27
Avenida Mendes Silva	0	0	4	12	4	1	1	237,5	275	2	8,42	7,27
Avenida Professor Gouveia Monteiro	0	0	8	24	8	1	1	237,5	275	6	25,26	21,82
Avenida Quinta da Nora	0	0	1	3	1	1	2	150	200	1	6,67	5
Avenida Sá da Bandeira	0	0	6	18	6	1	2	150	200	6	40	30
Calçada Gato	0	0	1	3	1	1	3	75	100	1	13,33	10
EN111-1	0	2	3	29	7,5	1	1	237,5	275	1	4,21	3,64
Estrada da Beira	1	0	8	124	20,5	2	2	150	200	8	106,67	80
Estrada de Coselhas	0	0	2	6	2	1	1	237,5	275	1	4,21	3,64
Estrada de Vale Canas	0	0	1	3	1	1	3	75	100	1	13,33	10
Estrada Principal da Rocha	0	0	7	21	7	1	3	75	100	1	13,33	10
IC2	0	1	33	109	35,25	3	1	237,5	275	26	328,42	283,64
Ladeira Seminário	0	0	2	6	2	1	3	75	100	2	26,67	20
Ponte de Santa Clara	0	0	2	6	2	1	2	150	200	2	13,33	10

Quadro V.1. Determinação do VHL médio e máximo para 2012 (continuação)

Rua	Vítimas Mortais	Feridos Graves	Feridos Leves	IG	FLE	G	Hierarquia	VTL Médio	VTL Máximo	TAL	VHL (VTL Médio)	VHL (VTL Máximo)		
Ponte do Açude	0	0	1	3	1	1	3	75	100	1	13,33	1	10	1
Ponte Rainha Santa Isabel	0	0	6	18	6	1	1	237,5	275	6	25,26	1	21,82	1
Praça 25 de Abril	0	0	1	3	1	1	3	75	100	1	13,33	1	10	1
Praça João Paulo II	0	0	1	3	1	1	2	150	200	1	6,67	1	5	1
Rotunda do Hotel D. Luís	0	0	1	3	1	1	1	237,5	275	1	4,21	1	3,64	1
Rua 25 de Abril	0	0	1	3	1	1	3	75	100	1	13,33	1	10	1
Rua Abel Dias Urbano	0	0	1	3	1	1	4	25	50	1	40	1	20	1
Rua Almeida Garret	0	0	1	3	1	1	4	25	50	1	40	1	20	1
Rua Antero de Quental	0	0	1	3	1	1	3	75	100	1	13,33	1	10	1
Rua António Jardim	0	0	2	6	2	1	4	25	50	2	80	2	40	1
Rua Augusta	0	0	3	9	3	1	3	75	100	2	26,67	1	20	1
Rua Bento de Jesus Caraça	0	0	1	3	1	1	2	150	200	1	6,67	1	5	1
Rua Bernardo de Albuquerque	0	0	1	3	1	1	2	150	200	1	6,67	1	5	1
Rua Brigadeiro Correia Cardoso	0	0	2	6	2	1	3	75	100	2	26,67	1	20	1
Rua Carlos Alberto Pinto de Abreu	0	0	1	3	1	1	3	75	100	1	13,33	1	10	1
Rua Carlos Seixas	0	0	2	6	2	1	3	75	100	2	26,67	1	20	1
Rua Carolina Michaelis	0	0	3	9	3	1	2	150	200	2	13,33	1	10	1
Rua Central da Mesura	0	0	1	3	1	1	3	75	100	1	13,33	1	10	1
Rua Colégio Novo	0	0	1	3	1	1	4	25	50	1	40	1	20	1
Rua Correia Teles	0	0	1	3	1	1	4	25	50	1	40	1	20	1
Rua Costa Simões	0	0	2	6	2	1	2	150	200	1	6,67	1	5	1
Rua Cozinhas	0	0	1	3	1	1	4	25	50	1	40	1	20	1
Rua da Figueira da Foz	0	0	3	9	3	1	2	150	200	2	13,33	1	10	1
Rua da Sofia	0	0	2	6	2	1	2	150	200	2	13,33	1	10	1
Rua de Aveiro	0	0	8	24	8	1	2	150	200	6	40	1	30	1
Rua de Saragoça	0	0	1	3	1	1	3	75	100	1	13,33	1	10	1
Rua do Brasil	0	0	18	54	18	2	2	150	200	17	226,67	5	170	4
Rua do Carmo (Edifício Sr.º do Carmo)	0	0	1	3	1	1	4	25	50	1	40	1	20	1
Rua do Padrão	0	0	1	3	1	1	1	237,5	275	1	4,21	1	3,64	1

Quadro V.1. Determinação do VHL médio e máximo para 2012 (continuação)

Rua	Vítimas Mortais	Feridos Graves	Feridos Leves	IG	FLE	G	Hierarquia	VTL Médio	VTL Máximo	TAL	VHL (VTL Médio)		VHL (VTL Máximo)	
Rua Dom João III	0	0	1	3	1	1	2	150	200	1	6,67	1	5	1
Rua dos Combatentes da Grande Guerra	1	1	2	116	16,75	2	2	150	200	3	40	1	30	1
Rua Doutor António José de Almeida	0	0	1	3	1	1	3	75	100	1	13,33	1	10	1
Rua Doutora Rosa Falcão	0	0	2	6	2	1	4	25	50	2	80	2	40	1
Rua Engenheiro Jorge Anjinho	0	0	2	6	2	1	3	75	100	1	13,33	1	10	1
Rua Fonte dos Castanheiros	0	0	1	3	1	1	4	25	50	1	40	1	20	1
Rua Gomes Freire	0	0	1	3	1	1	2	150	200	1	6,67	1	5	1
Rua Guerra Junqueiro	0	0	1	3	1	1	4	25	50	1	40	1	20	1
Rua João Machado	0	0	1	3	1	1	2	150	200	1	6,67	1	5	1
Rua Lourenço de Almeida Azevedo	0	0	1	3	1	1	3	75	100	1	13,33	1	10	1
Rua Luís António Duarte Santos	0	0	1	3	1	1	4	25	50	1	40	1	20	1
Rua Macau	0	0	2	6	2	1	3	75	100	1	13,33	1	10	1
Rua Mendes dos Remédios	0	0	2	6	2	1	3	75	100	2	26,67	1	20	1
Rua Miguel Bombarda	0	0	1	3	1	1	3	75	100	1	13,33	1	10	1
Rua Miguel Torga	0	0	3	9	3	1	2	150	200	3	20	1	15	1
Rua O Conimbricense	0	0	4	12	4	1	4	25	50	2	80	2	40	1
Rua Oliveira Matos	0	0	1	3	1	1	2	150	200	1	6,67	1	5	1
Rua Paulo Quintela	0	0	1	3	1	1	3	75	100	1	13,33	1	10	1
Rua Pedro Monteiro	0	0	2	6	2	1	3	75	100	1	13,33	1	10	1
Rua Pêro Vaz de Caminha	0	0	1	3	1	1	3	75	100	1	13,33	1	10	1
Rua Pinhal de Marrocos	0	0	1	3	1	1	4	25	50	1	40	1	20	1
Rua Vale Pinheiro	0	0	1	3	1	1	4	25	50	1	40	1	20	1
Via António Ferrer Correia	0	0	1	3	1	1	1	237,5	275	1	4,21	1	3,64	1

Nota: Os níveis de segurança correspondem a uma escala de 1 a 5 definida através do VHL, a qual foi atribuída conforme o valor hierárquico máximo e mínimo, para cada um dos anos.

APÊNDICE VI – VHL MÉDIO AGREGADO (*BUFFER* 40 METROS)Quadro VI.1.1. Dados VHL agregado (*buffer* 40 m)

Vítimas Mortais	Feridos Graves	Feridos Leves	Interseções	IG	FLE	G	Hierarquia	VTL médio	TAL	VHL (VTL médio)
0	0	3	Av. Mendes Silva com a Rua Garcia da Horta	9	3	1	1	237,5	3	12,63
0	0	1	Rotunda Dr. Paulo Quintela	3	1	1	3	75	1	13,33
0	0	1	Rotunda Av. Fernando Namora com a Via António Ferrer	3	1	1	1	237,5	1	4,21
0	0	3	Rotunda da Casa Branca	9	3	1	1	237,5	3	12,63
0	0	2	Rotunda El Corte Inglés	6	2	1	2	150	3	20,00
0	0	2	Rotunda Rua Jorge Anjinho com a Av. Fernando Namora	6	2	1	1	237,5	2	8,42
0	0	3	Rotunda Av. Elísio de Moura com a Av. Fernando Namora	9	3	1	1	237,5	1	4,21
0	0	2	Rotunda da ACIC	6	2	1	2	150	2	13,33
0	0	5	Rua Infanta D. Maria com a Rua Carolina Michaelis	15	5	1	2	150	4	26,67
0	0	3	Rua General Humberto Delgado com a Rua D. Manuel I	9	3	1	2	150	2	13,33
0	0	3	Rua do Brasil com a Av. Cónego Urbano Duarte	9	3	1	2	150	3	20,00
0	0	1	Rua do Brasil com a Ladeira do Seminário	3	1	1	2	150	1	6,67

Quadro VI.1. Dados VHL agregado (*buffer* 40 m) (continuação)

Vítimas Mortais		Feridos Graves		Feridos Leves		Interseções		IG		FLE		G		Hierarquia		VTL médio		TAL		VHL (VTL médio)	
0	0	3	Rua do Brasil com a Rua de D.João	9	3	1	2	150	3	20,00	2										
0	0	2	Rua do Brasil com a Rua Sanches da Gama	6	2	1	2	150	1	6,67											
0	0	1	Rua do Brasil com a Travessa da Vila União	3	1	1	2	150	1	6,67											
0	0	1	Rua do Brasil com a Rua Doutor Sanches Rocha	3	1	1	2	150	1	6,67											
0	0	3	Rua do Brasil com a Travessa dos Combatentes da Grande Guerra	9	3	1	2	150	3	20,00											
0	0	1	Rua do Brasil com a Travessa do Teodoro	3	1	1	2	150	1	6,67											
0	0	5	Rua do Brasil com a Rua dos Combatentes da Grande Guerra	15	5	1	2	150	4	26,67											
0	0	4	Rua do Brasil com a Praça 25 de Abril	12	4	1	2	150	4	26,67											
0	0	3	Rua do Brasil com a Rua do Ultramar	9	3	1	2	150	2	13,33											
0	0	5	Rua do Brasil com a Av. Da Lousã	15	5	1	2	150	4	26,67											
0	0	2	Rua de Macau com a Rua Adolfo Loureiro	6	2	1	3	75	1	13,33											
0	0	2	Rua de Macau com Rua Vasco da Gama	6	2	1	3	75	1	13,33											

Quadro VI.1.1. Dados VHL agregado (*buffer* 40 m) (continuação)

Vítimas Mortais	Feridos Graves	Feridos Leves	Interseções	IG	FLE	G	Hierarquia	VTL médio	TAL	VHL (VTL médio)
0	0	1	Av. Emídio Navarro com a Rua de Olivença	3	1	1	2	150	1	6,67
0	0	9	Av. Emídio Navarro com a Ponte de Santa Clara	27	9	1	2	150	6	40,00
0	0	3	Av. Emídio Navarro com a Av. Cidade da Aeminium	9	3	1	2	150	3	20,00
0	0	1	Av. Emídio Navarro com a Rua António Granjo	3	1	1	2	150	1	6,67
0	0	2	Av. Fernão de Magalhães com a Rua António Granjo	6	2	1	1	237,5	2	8,42
0	0	1	Av. Fernão de Magalhães com a Azinhaga da Pitorra	3	1	1	1	237,5	1	4,21
0	0	4	Av. Fernão de Magalhães com a Rua dos Oleiros	12	4	1	1	237,5	4	16,84
0	0	3	Av. Fernão de Magalhães com a Rua do Carmo	9	3	1	1	237,5	3	12,63
0	0	3	Av. Fernão de Magalhães com a Travessa dos Oleiros	9	3	1	1	237,5	3	12,63
0	0	3	Av. Fernão de Magalhães com a Rua do Arnado	9	3	1	1	237,5	3	12,63
0	0	3	Cruzamento do Arnado	9	3	1	1	237,5	2	8,42
1	0	6	Rotunda Av. Fernão de Magalhães com a Rua Padre Estevão Cabral	118	18,5	2	1	237,5	9	75,79

Quadro VI.1. Dados VHL agregado (*buffer* 40 m) (continuação)

Vítimas Mortais	Feridos Graves	Feridos Leves	Interseções	IG	FLE	G	Hierarquia	VTL médio	TAL	VHL (VTL médio)
0	0	2	Rua da Figueira da Foz com a Estrada de Couselhas	6	2	1	1	237,5	2	8,42
0	0	6	Rua da Figueira da Foz com a Rua de Aveiro	18	6	1	2	150	5	33,33
0	0	1	Av. Doutor Bissaya Barreto com a Rua Aníbal de Lima	3	1	1	4	25	1	40,00
0	0	6	Av. Emídio Navarro com a Rua da Alegria	18	6	1	2	150	5	33,33
0	0	4	Av. Sá da Bandeira com a Rua Olímpio	12	4	1	2	150	4	26,67
0	0	1	Av. Sá da Bandeira com a Rua Padre António Vieira	3	1	1	2	150	1	6,67

APÊNDICE VII – VHL MÉDIO 2010 (BUFFER 40 METROS)

Quadro VII.1. Dados VHL médio 2010 (buffer 40 m)

Vítimas Mortais	Feridos Graves	Feridos Leves	Interseções	IG	FLE	G	Hierarquia	VTL médio	TAL	VHL (VTL médio)	Separado	Agregado
0	0	3	Av. Mendes Silva com a Rua Garcia da Horta	9	3	1	1	237,5	3	12,63	2	1
0	0	1	Rotunda Dr. Paulo Quintela	3	1	1	3	75	1	13,33	2	1
0	0	0	Rotunda Av. Fernando Namora com a Via António Ferrer	0	0	1	1	237,5	0	0,00	1	1
0	0	2	Rotunda da Casa Branca	6	2	1	1	237,5	2	8,42	2	1
0	0	0	Rotunda El Corte Inglés	0	0	1	2	150	1	6,67	1	2
0	0	1	Rotunda Rua Jorge Anjinho com a Av. Fernando Namora	3	1	1	1	237,5	1	4,21	1	1
0	0	3	Rotunda Av. Elísio de Moura com a Av. Fernando Namora	9	3	1	1	237,5	1	4,21	1	1
0	0	2	Rotunda da ACIC	6	2	1	2	150	2	13,33	2	1
0	0	2	Rua Infanta D. Maria com a Rua Carolina Michaelis	6	2	1	2	150	2	13,33	2	2
0	0	1	Rua General Humberto Delgado com a Rua D. Manuel I	3	1	1	2	150	1	6,67	1	1
0	0	1	Rua do Brasil com a Av. Cónego Urbano Duarte	3	1	1	2	150	1	6,67	1	2
0	0	0	Rua do Brasil com a Ladeira do Seminário	0	0	1	2	150	0	0,00	1	1

Quadro VII.2. Dados VHL médio 2010 (*buffer* 40 m) (continuação)

Vítimas Mortais	Feridos Graves	Feridos Leves	Interseções	IG	FLE	G	Hierarquia	VTL médio	TAL	VHL (VTL médio)	Separado	Agregado
0	0	0	Rua do Brasil com a Rua de D. João	0	0	1	2	150	0	0,00	1	2
0	0	0	Rua do Brasil com a Rua Sanches da Gama	0	0	1	2	150	0	0,00	1	1
0	0	0	Rua do Brasil com a Travessa da Vila União	0	0	1	2	150	0	0,00	1	1
0	0	0	Rua do Brasil com a Rua Doutor Sanches Rocha	0	0	1	2	150	0	0,00	1	1
0	0	2	Rua do Brasil com a Travessa dos Combatentes da Grande Guerra	3	2	1	2	150	2	13,33	2	2
0	0	1	Rua do Brasil com a Travessa do Teodoro	3	1	1	2	150	1	6,67	1	1
0	0	2	Rua do Brasil com a Rua dos Combatentes da Grande Guerra	6	2	1	2	150	2	13,33	2	2
0	0	1	Rua do Brasil com a Praça 25 de Abril	3	1	1	2	150	1	6,67	1	2
0	0	2	Rua do Brasil com a Rua do Ultramar	6	2	1	2	150	1	6,67	1	1
0	0	4	Rua do Brasil com a Av. da Louçã	12	4	1	2	150	3	20,00	3	2
0	0	0	Rua de Macau com a Rua Adolfo Loureiro	0	0	1	3	75	0	0,00	1	1
0	0	2	Rua de Macau com Rua Vasco da Gama	6	2	1	3	75	1	13,33	2	1

Quadro VII.1. Dados VHL médio 2010 (*buffer* 40 m) (continuação)

Vítimas Mortais	Feridos Graves	Feridos Leves	Interseções	IG	FLE	G	Hierarquia	VTL médio	TAL	VHL (VTL médio)	Separado	Agregado
0	0	0	Av. Emídio Navarro com a Rua de Oliveira	0	0	1	2	150	0	0,00	1	1
0	0	1	Av. Emídio Navarro com a Ponte de Santa Clara	3	1	1	2	150	1	6,67	1	3
0	0	1	Av. Emídio Navarro com a Av. Cidade da Aeminium	3	1	1	2	150	1	6,67	1	2
0	0	0	Av. Emídio Navarro com a Rua António Granjo	0	0	1	2	150	0	0,00	1	1
0	0	0	Av. Fernão de Magalhães com a Rua António Granjo	0	0	1	1	237,5	0	0,00	1	1
0	0	1	Av. Fernão de Magalhães com a Azinhaga da Pitorra	3	1	1	1	237,5	1	4,21	1	1
0	0	0	Av. Fernão de Magalhães com a Rua dos Oleiros	0	0	1	1	237,5	1	4,21	1	1
0	0	1	Av. Fernão de Magalhães com a Rua do Carmo	3	1	1	1	237,5	1	4,21	1	1
0	0	3	Av. Fernão de Magalhães com a Travessa dos Oleiros	9	3	1	1	237,5	1	4,21	1	1
0	0	1	Av. Fernão de Magalhães com a Rua do Arnado	3	1	1	1	237,5	1	4,21	1	1
0	0	0	Cruzamento do Arnado	0	0	1	1	237,5	0	0,00	1	1
0	0	0	Rotunda Av. Fernão de Magalhães com a Rua Padre Estevão Cabral	0	0	1	1	237,5	1	4,21	1	5

Quadro VII.1. Dados VHL médio 2010 (*buffer* 40 m) (continuação)

Vítimas Mortais	Feridos Graves	Feridos Leves	Interseções				IG	FLE	G	Hierarquia	VTL médio	TAL	VHL (VTL médio)	Separado	Agregado
0	0	1	Rua da Figueira da Foz com a Estrada de Coselhas				3	1	1	1	237,5	1	4,21	1	1
0	0	0	Rua da Figueira da Foz com a Rua de Aveiro				0	0	1	2	150	0	0,00	1	3
0	0	0	Av. Doutor Bissaya Barreto com a Rua Aníbal de Lima				0	0	1	4	25	0	0,00	1	3
0	0	3	Av. Emílio Navarro com a Rua da Alegria				9	3	1	2	150	3	20,00	3	3
0	0	1	Av. Sá da Bandeira com Rua Olímpio				3	1	1	2	150	1	6,67	1	2
0	0	0	Av. Sá da Bandeira com a Rua Padre António Vieira				0	0	1	2	150	0	0,00	1	1

APÊNDICE VIII – VHL MÉDIO 2011 (BUFFER 40 METROS)

Quadro VIII.1.1. Dados VHL médio 2011 (buffer 40 m)

Vítimas Mortais	Feridos Graves	Feridos Leves	Interseções	IG	FLE	G	Hierarquia	VTL médio	TAL	VHL (VTL médio)	Separado	Agregado
0	0	0	Av. Mendes Silva com a Rua Garcia da Horta	0	0	1	1	237,5	0	0,00	1	1
0	0	0	Rotunda Dr. Paulo Quintela	0	0	1	3	75	0	0,00	1	1
0	0	1	Rotunda Av. Fernando Namora com a Via António Ferrer	3	1	1	1	237,5	1	4,21	1	1
0	0	1	Rotunda da Casa Branca	3	1	1	1	237,5	1	4,21	1	1
0	0	0	Rotunda El Corte Inglés	0	0	1	2	150	0	0,00	1	2
0	0	1	Rotunda Rua Jorge Anjinho com a Av. Fernando Namora	3	1	1	1	237,5	1	4,21	1	1
0	0	0	Rotunda Av. Elísio de Moura com a Av. Fernando Namora	0	0	1	1	237,5	0	0,00	1	1
0	0	0	Rotunda da ACIC	0	0	1	2	150	0	0,00	1	1
0	0	0	Rua Infanta D. Maria com a Rua Carolina Michaelis	0	0	1	2	150	0	0,00	1	2
0	0	2	Rua General Humberto Delgado com a Rua D. Manuel I	6	2	1	2	150	1	6,67	1	1
0	0	1	Rua do Brasil com a Av. Cónego Urbano Duarte	3	1	1	2	150	1	6,67	1	2
0	0	0	Rua do Brasil com a Ladeira do Seminário	0	0	1	2	150	0	0,00	1	1

Quadro VIII.1. Dados VHL médio 2011 (buffer 40 m) (continuação)

Vítimas Mortais	Feridos Graves	Feridos Leves	Interseções	IG	FLE	G	Hierarquia	VTL médio	TAL	VHL (VTL médio)	Separado	Agregado
0	0	0		0	0	1	2	150	0	0,00	1	2
0	0	0		0	0	1	2	150	0	0,00	1	1
0	0	0		3	0	1	2	150	0	0,00	1	1
0	0	1		3	1	1	2	150	1	6,67	1	1
0	0	0		0	0	1	2	150	0	0,00	1	2
0	0	0		0	0	1	2	150	0	0,00	1	1
0	0	2		6	2	1	2	150	1	6,67	1	2
0	0	2		6	2	1	2	150	2	13,33	2	2
0	0	0		0	0	1	2	150	0	0,00	1	1
0	0	1		3	1	1	2	150	1	6,67	1	2
0	0	0		0	0	1	3	75	0	0,00	1	1
0	0	0		0	0	1	3	75	0	0,00	1	1

Quadro VIII.1.1. Dados VHL médio 2011 (*buffer* 40 m) (continuação)

Vítimas Mortais	Feridos Graves	Feridos Leves	Interseções	IG	FLE	G	Hierarquia	VTL médio	TAL	VHL (VTL médio)	Separado	Agregado
0	0	1	Av. Emídio Navarro com a Rua de Olivença	3	1	1	2	150	1	6,67	1	1
0	0	3	Av. Emídio Navarro com a Ponte de Santa Clara	9	3	1	2	150	1	6,67	1	3
0	0	0	Av. Emídio Navarro com a Av. Cidade da Aeminium	0	0	1	2	150	0	0,00	1	2
0	0	1	Av. Emídio Navarro com a Rua António Granjo	3	1	1	2	150	1	6,67	1	1
0	0	1	Av. Fernão de Magalhães com a Rua António Granjo	3	1	1	1	237,5	1	4,21	1	1
0	0	0	Av. Fernão de Magalhães com a Azinhaga da Pitorra	0	0	1	1	237,5	0	0,00	1	1
0	0	3	Av. Fernão de Magalhães com a Rua dos Oleiros	9	3	1	1	237,5	2	8,42	2	1
0	0	1	Av. Fernão de Magalhães com a Rua do Carmo	3	1	1	1	237,5	1	4,21	1	1
0	0	0	Av. Fernão de Magalhães com a Travessa dos Oleiros	0	0	1	1	237,5	0	0,00	1	1
0	0	0	Av. Fernão de Magalhães com a Rua do Arnado	0	0	1	1	237,5	0	0,00	1	1
0	0	0	Cruzamento do Arnado	0	0	1	1	237,5	0	0,00	1	1
1	0	3	Rotunda Av. Fernão de Magalhães com a Rua Padre Estevão Cabral	109	15,5	2	1	237,5	4	33,68	5	5

Quadro VIII.1. Dados VHL médio 2011 (*buffer* 40 m) (continuação)

Vítimas Mortais	Feridos Graves	Feridos Leves	Interseções	IG	FLE	G	Hierarquia	VTL médio	TAL	VHL (VTL médio)	Separado	Agregado
0	0	1	Rua da Figueira da Foz com a Estrada de Coselhas	3	1	1	1	237,5	1	4,21	1	1
0	0	2	Rua da Figueira da Foz com a Rua de Aveiro	6	2	1	2	150	1	6,67	1	3
0	0	0	Av. Doutor Bissaya Barreto com a Rua Aníbal de Lima	0	0	1	4	25	0	0,00	1	3
0	0	1	Av. Emídio Navarro com a Rua da Alegria	3	1	1	2	150	1	6,67	1	3
0	0	1	Av. Sá da Bandeira com a Rua Olímpio	3	1	1	2	150	1	6,67	1	2
0	0	0	Av. Sá da Bandeira com a Rua Padre António Vieira	0	0	1	2	150	0	0	1	1

APÊNDICE IX – VHL MÉDIO 2012 (BUFFER 40 METROS)

Quadro IX.1. Dados VHL médio 2012 (buffer 40 m)

Vítimas Mortais	Feridos Graves	Feridos Leves	Interseções	IG	FLE	G	Hierarquia	VTL médio	TAL	VHL (VTL médio)	Separado	Agregado
0	0	0	Av. Mendes Silva com a Rua Garcia da Horta	0	0	1	1	237,5	0	0,00	1	1
0	0	0	Rotunda Dr. Paulo Quintela	0	0	1	3	75	0	0,00	1	1
0	0	0	Rotunda Av. Fernando Namora com a Via António Ferrer	0	0	1	1	237,5	0	0,00	1	1
0	0	0	Rotunda da Casa Branca	0	0	1	1	237,5	0	0,00	1	1
0	0	2	Rotunda El Corte Inglés	6	2	1	2	150	2	13,33	2	2
0	0	0	Rotunda Rua Jorge Anjinho com a Av. Fernando Namora	0	0	1	1	237,5	0	0,00	1	1
0	0	0	Rotunda Av. Elísio de Moura com a Av. Fernando Namora	0	0	1	1	237,5	0	0,00	1	1
0	0	0	Rotunda da ACIC	0	0	1	2	150	0	0,00	1	1
0	0	3	Rua Infanta D. Maria com a Rua Carolina Michaelis	9	3	1	2	150	2	13,33	2	2
0	0	0	Rua General Humberto Delgado com a Rua D. Manuel I	0	0	1	2	150	0	0,00	1	1
0	0	1	Rua do Brasil com a Av. Cónego Urbano Duarte	3	1	1	2	150	1	6,67	1	2
0	0	1	Rua do Brasil com a Ladeira do Seminário	3	1	1	2	150	1	6,67	1	1

Quadro IX.1. Dados VHL médio 2012 (*buffer* 40 m) (continuação)

Vítimas Mortais	Feridos Graves	Feridos Leves	Interseções	IG	FLE	G	Hierarquia	VTL médio	TAL	VHL (VTL médio)	Separado	Agregado
0	0	3		9	3	1	2	150	3	20,00	3	2
0	0	2		6	2	1	2	150	1	6,67	1	1
0	0	1		3	1	1	2	150	1	6,67	1	1
0	0	0		0	0	1	2	150	0	0,00	1	1
0	0	1		3	1	1	2	150	1	6,67	1	2
0	0	0		0	0	1	2	150	0	0,00	1	1
0	0	1		3	1	1	2	150	1	6,67	1	2
0	0	1		3	1	1	2	150	1	6,67	1	2
0	0	1		3	1	1	2	150	1	6,67	1	1
0	0	0		0	0	1	2	150	0	0,00	1	1
0	0	1		3	1	1	2	150	1	6,67	1	2
0	0	1		3	1	1	2	150	1	6,67	1	1
0	0	0		0	0	1	2	150	0	0,00	1	2
0	0	2		6	2	1	3	75	1	13,33	2	1
0	0	0		0	0	1	3	75	0	0,00	1	1

Quadro IX.1.1. Dados VHL médio 2012 (*buffer* 40 m) (continuação)

Vítimas Mortais	Feridos Graves	Feridos Leves	Interseções				IG	FLE	G	Hierarquia	VTL médio	TAL	VHL (VTL médio)	Separado	Agregado
0	0	0	Av. Mendes Silva com a Rua Garcia da Horta				0	0	1	1	237,5	0	0,00	1	1
0	0	0	Av. Emídio Navarro com a Rua de Olivença				0	0	1	2	150	0	0,00	1	1
0	0	5	Av. Emídio Navarro com a Ponte de Santa Clara				15	5	1	2	150	4	26,67	4	3
0	0	2	Av. Emídio Navarro com a Av. Cidade da Aeminium				6	2	1	2	150	2	13,33	2	2
0	0	0	Av. Emídio Navarro com a Rua António Granjo				0	0	1	2	150	0	0,00	1	1
0	0	1	Av. Fernão de Magalhães com a Rua António Granjo				3	1	1	1	237,5	1	4,21	1	1
0	0	0	Av. Fernão de Magalhães com a Azinhaga da Pitorra				3	0	1	1	237,5	0	0,00	1	1
0	0	1	Av. Fernão de Magalhães com a Rua dos Oleiros				3	1	1	1	237,5	1	4,21	1	1
0	0	1	Av. Fernão de Magalhães com a Rua do Carmo				3	1	1	1	237,5	1	4,21	1	1
0	0	2	Av. Fernão de Magalhães com a Travessa dos Oleiros				6	2	1	1	237,5	2	8,42	2	1
0	0	2	Av. Fernão de Magalhães com a Rua do Arnado				6	2	1	1	237,5	2	8,42	2	1
0	0	3	Cruzamento do Arnado				12	3	1	1	237,5	2	8,42	2	1
0	0	3	Rotunda Av. Fernão de Magalhães com a Rua Padre Estevão Cabral				9	3	1	1	237,5	4	16,84	3	5

Quadro IX.1. Dados VHL médio 2012 (*buffer* 40 m) (continuação)

Vítimas Mortais	Feridos Graves	Feridos Leves	Interseções	IG	FLE	G	Hierarquia	VTL médio	TAL	VHL (VTL médio)	Separado	Agregado
0	0	0		0	0	1	1	237,5	0	0,00	1	1
0	0	4		12	4	1	2	150	4	26,67	4	3
0	0	1		3	1	1	4	25	1	40,00	5	3
0	0	2		6	2	1	2	150	1	6,67	1	3
0	0	2	Av. Emídio Navarro com a Rua da Alegria	6	2	1	2	150	2	13,33	2	2
0	0	1	Av. Sá da Bandeira com a Rua Olímpio	3	1	1	2	150	1	6,67	1	1
0	0	1	Av. Sá da Bandeira com a Rua Padre António Vieira	3	1	1	2	150	1	6,67	1	1

APÊNDICE X – VHL MÉDIO AGREGADO (*BUFFER* 70 METROS)Quadro X.1. Dados VHL médio agregado (*buffer* 70 m)

Vítimas Mortais	Feridos Graves	Feridos Leves	Interseções	IG	FLE	G	Hierarquia	VTL médio	TAL	VHL (VTL médio)
0	0	2	Rua do Brasil com Trav. União e Rua Dr. Sanches Rocha	6	2	1	2	150	2	13,33
0	0	7	Rua do Brasil com Praça 25 de Abril e Rua do Ultramar	21	7	1	2	150	5	33,33
0	0	11	Rua do Brasil com Av. da Lousã e Rua da Alegria	33	11	1	2	150	9	60,00
0	0	4	Av. Emídio Navarro com a Av. Cidade de Aeminium e Rua António Granjo	12	4	1	1	237,5	3	12,63
0	0	5	Av. Fernão de Magalhães com a Azinhaga da Pitorra e Rua dos Oleiros	15	5	1	1	237,5	5	21,05
0	0	6	Av. Fernão de Magalhães com Rua e Cruzamento do Arnado	18	6	1	1	237,5	5	21,05

APÊNDICE XI – VHL MÉDIO 2010 (BUFFER 70 METROS)

Quadro XI.1. Dados VHL médio 2010 (*buffer* 70 m)

Vítimas Mortais	Feridos Graves	Feridos Leves	Interseções	IG	FLE	G	Hierarquia	VTL médio	TAL	VHL (VTL médio)	Separado
0	0	0		0	0	1	2	150	0	0	1
0	0	3		9	3	1	2	150	2	13,33	2
0	0	7		21	7	1	2	150	6	40,00	5
0	0	1		3	1	1	1	237,5	1	4,21	1
0	0	1		3	1	1	1	237,5	2	8,42	2
0	0	1	Av. Fernão de Magalhães com Rua e Cruzamento do Arnado	3	1	1	1	237,5	1	4,21	1

APÊNDICE XII – VHL MÉDIO 2011 (BUFFER 70 METROS)

Quadro XII.1. Dados VHL médio 2011 (buffer 70 m)

Vítimas Mortais	Feridos Graves	Feridos Leves	Interseções				IG	FLE	G	Hierarquia	VTL médio	TAL	VHL (VTL médio)	Separado
0	0	1	Rua do Brasil com Trav. União e Rua Dr. Sanches Rocha Rua do Brasil com Praça 25 de Abril e Rua do Ultramar Rua do Brasil com Av. da Lousã e Rua da Alegria Av. Emídio Navarro com a Av. Cidade de Aeminium e Rua António Granjo Av. Fernão de Magalhães com a Azinhaga da Pitorra e Rua dos Oleiros Av. Fernão de Magalhães com Rua e Cruzamento do Arnado				3	1	1	2	150	1	6,67	1
0	0	2					6	2	1	2	150	1	6,67	1
0	0	2					6	2	1	2	150	2	13,33	2
0	0	1					3	1	1	1	237,5	1	4,21	1
0	0	3					9	3	1	1	237,5	2	8,42	2
0	0	0					0	0	1	1	237,5	0	0,00	1

APÊNDICE XIII – VHL MÉDIO 2012 (BUFFER 70 METROS)

Quadro XIII.1. Dados VHL médio 2012 (*buffer* 70 m)

Vítimas Mortais	Feridos Graves	Feridos Leves	Interseções				IG	FLE	G	Hierarquia	VTL médio	TAL	VHL (VTL médio)	Separado
0	0	1					3	1	1	2	150	1	6,67	1
0	0	2					6	2	1	2	150	2	13,33	2
0	0	2					6	2	1	2	150	1	6,67	1
0	0	2					6	2	1	1	237,5	2	8,42	2
0	0	1					3	1	1	1	237,5	1	4,21	1
0	0	5	Av. Fernão de Magalhães com Rua e Cruzamento do Arrado				15	5	1	1	237,5	4	16,84	3

ANEXOS

<p>1. A B C</p> <p>1 <input type="checkbox"/> Sem sensação/rebato</p> <p>2 <input type="checkbox"/> Com sensação/rebato</p> <p>02 TIPO DE SERVIÇO</p> <p>A B C</p> <p>1 <input type="checkbox"/> Particular</p> <p>2 <input type="checkbox"/> Público</p> <p>03 ANO DE MATRÍCULA</p> <p>A <input type="text"/> B <input type="text"/> C <input type="text"/></p> <p>04 INSPEÇÃO PERIÓDICA</p> <p>A B C</p> <p>1 <input type="checkbox"/> Não obrigatória</p> <p>2 <input type="checkbox"/> Válida</p> <p>3 <input type="checkbox"/> Sem validade</p> <p>05 CERTIFICADO ADR</p> <p>1 <input type="checkbox"/> Presente apenas no caso de transporte de mercadorias perigosas</p> <p>A B C</p> <p>1 <input type="checkbox"/> Válida</p> <p>2 <input type="checkbox"/> Sem validade</p> <p>3 <input type="checkbox"/> Inexistente</p> <p>06 MATRÍCULA PERÍODO TRANSPORTADO</p> <p>A B C</p> <p>1 <input type="checkbox"/> Sem carga</p> <p>2 <input type="checkbox"/> Com excesso de carga</p> <p>3 <input type="checkbox"/> Carga bem acondicionada</p> <p>4 <input type="checkbox"/> Carga mal acondicionada</p> <p>5 <input type="checkbox"/> Com ligação inadequada</p> <p>07 PNEUS</p> <p>A B C</p> <p>1 <input type="checkbox"/> Sem defeitos</p> <p>2 <input type="checkbox"/> Com defeitos</p> <p>08 INACONFORME</p> <p>A B C</p> <p>1 <input type="checkbox"/> Sem irregularidade ou defeitos</p> <p>2 <input type="checkbox"/> Com irregularidade</p> <p>09 SEGURO</p> <p>A B C</p> <p>1 <input type="checkbox"/> Com seguro</p> <p>2 <input type="checkbox"/> Sem seguro</p> <p>3 <input type="checkbox"/> Inexistente</p> <p>E – CONDUTORES INTERVENIENTES</p> <p>E1 CARACTERÍSTICAS DA HABILITAÇÃO DE CONDUÇÃO</p> <p>01 CATEGORIA DE CONDUÇÃO</p> <p>A B C</p> <p>1 <input type="checkbox"/> Com licença/carte adequada ao veículo</p> <p>2 <input type="checkbox"/> Com licença/carte não adequada ao veículo</p> <p>3 <input type="checkbox"/> Em situação de instrução/exame</p> <p>4 <input type="checkbox"/> Caducado/ausente</p> <p>5 <input type="checkbox"/> Sem licença/carte</p> <p>6 <input type="checkbox"/> Não necessita de veículo que conduza</p> <p>02 INSUFICIÊNCIA</p> <p>A B C</p> <p>1 <input type="checkbox"/> Português</p> <p>2 <input type="checkbox"/> Estrangeiro</p> <p>A <input type="text"/> B <input type="text"/> C <input type="text"/></p> <p>03 ANO DA HABILITAÇÃO</p> <p>Indicando o veículo que conduza</p> <p>A <input type="text"/> B <input type="text"/> C <input type="text"/></p> <p>04 CERTIFICADO ADR</p> <p>A B C</p> <p>1 <input type="checkbox"/> Válida</p> <p>2 <input type="checkbox"/> Sem validade</p> <p>3 <input type="checkbox"/> Inexistente</p> <p>E2 CONDIÇÕES PSICO-FÍSICAS</p> <p>01 CONTRIBUIÇÃO DO NÍVEL DE ALCOOLAGEM</p> <p>A B C</p> <p>1 <input type="checkbox"/> Submetido ao teste de alcoolemia</p> <p>Não submetido por</p> <p>2 <input type="checkbox"/> Sono</p> <p>3 <input type="checkbox"/> Lesão ou morte decorrente do acidente</p> <p>4 <input type="checkbox"/> Condutor não contactado no âmbito do acidente</p> <p>5 <input type="checkbox"/> Fuga</p> <p>6 <input type="checkbox"/> Recusa</p> <p>7 <input type="checkbox"/> Outros</p>	<p>10 TAXA DE ALCOOLAGEM</p> <p>A <input type="text"/> B <input type="text"/> C <input type="text"/></p> <p>11 OUTROS FATORES</p> <p>A B C</p> <p>1 <input type="checkbox"/> Normal</p> <p>2 <input type="checkbox"/> Drogas por distração</p> <p>3 <input type="checkbox"/> Sono/sonolência</p> <p>4 <input type="checkbox"/> Distração</p> <p>5 <input type="checkbox"/> Sono</p> <p>6 <input type="checkbox"/> Outros</p> <p>12 TEMPO DE CONDUÇÃO CONTÍNUA</p> <p>A B C</p> <p>1 <input type="checkbox"/> Menos de 1 hora</p> <p>2 <input type="checkbox"/> De 1 a 2 horas</p> <p>3 <input type="checkbox"/> De 2 a 3 horas</p> <p>4 <input type="checkbox"/> Mais de 3 horas</p> <p>5 <input type="checkbox"/> Ignorado</p> <p>E3 AÇÕES E MANOBRAS ANTES DO ACIDENTE</p> <p>01 A B C</p> <p>1 <input type="checkbox"/> Não deu marcha</p> <p>2 <input type="checkbox"/> Solto de estacionamento ou no particular</p> <p>3 <input type="checkbox"/> Em marcha normal</p> <p>4 <input type="checkbox"/> Ultrapassagem pelo esquerdo</p> <p>5 <input type="checkbox"/> Ultrapassagem pelo direito</p> <p>6 <input type="checkbox"/> Alargamento de direção para o esquerdo</p> <p>7 <input type="checkbox"/> Alargamento de direção para o direito</p> <p>8 <input type="checkbox"/> Alargamento lateral</p> <p>9 <input type="checkbox"/> Circulação em sentido oposto ao estabelecido</p> <p>10 <input type="checkbox"/> Trocas bruscas</p> <p>11 <input type="checkbox"/> Parado ou estacionado</p> <p>12 <input type="checkbox"/> Inversão do sentido de marcha</p> <p>13 <input type="checkbox"/> Trânsito em fileira paralela</p> <p>14 <input type="checkbox"/> Alargamento de via de trânsito para o esquerdo</p> <p>15 <input type="checkbox"/> Alargamento de via de trânsito para o direito</p> <p>16 <input type="checkbox"/> Deriva lateral/saída da fileira de trânsito</p> <p>17 <input type="checkbox"/> Atravessou a via</p> <p>13 ESQUEMA (Ver esquema em anexo)</p> <p>E4 INFORMAÇÃO COMPLEMENTAR A AÇÕES E MANOBRAS</p> <p>A B C</p> <p>1 <input type="checkbox"/> Desaparecimento da sinalização vertical</p> <p>2 <input type="checkbox"/> Desaparecimento das marcas rodoviárias</p> <p>3 <input type="checkbox"/> Desaparecimento da sinalização acústica</p> <p>4 <input type="checkbox"/> Alargamento irregular</p> <p>5 <input type="checkbox"/> Velocidade excessiva para as condições existentes</p> <p>6 <input type="checkbox"/> Não ultrapassagem de marcha</p> <p>7 <input type="checkbox"/> Desaparecimento das distâncias de segurança</p> <p>8 <input type="checkbox"/> Circulação obstada do veículo ou passageiro</p> <p>9 <input type="checkbox"/> Retardamento prematuro</p> <p>10 <input type="checkbox"/> Queda de carga ou objeto</p> <p>11 <input type="checkbox"/> Falha mecânica do veículo</p> <p>12 <input type="checkbox"/> Ausência de luzes quando obrigatória</p> <p>13 <input type="checkbox"/> Obstáculo imprevisto na faixa de rodagem</p> <p>14 <input type="checkbox"/> Abertura da porta</p> <p>15 <input type="checkbox"/> Incandescimento</p> <p>16 <input type="checkbox"/> Não identificado</p> <p>E5 ACESSÓRIOS DE SEGURANÇA</p> <p>A B C</p> <p>1 <input type="checkbox"/> Capacete</p> <p>2 <input type="checkbox"/> Cinto de segurança</p> <p>3 <input type="checkbox"/> Sem uso de cinto/capacete</p> <p>4 <input type="checkbox"/> Outro</p> <p>F – CONSEQUÊNCIAS DO ACIDENTE</p> <p>F1 CONDUTORES VÍTIMAS</p> <p>01 GRAU DE GRAVIDADE DAS LESÕES</p> <p>A B C</p> <p>1 <input type="checkbox"/> Morto</p> <p>2 <input type="checkbox"/> Ferido grave</p> <p>3 <input type="checkbox"/> Ferido leve</p> <p>F2 PASSAGEIROS VÍTIMAS</p> <p>Veículo A <input type="text"/> Veículo B <input type="text"/> Veículo C <input type="text"/></p> <p>02 SEXO</p> <p>A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T U V W X Y Z</p> <p>1 <input type="checkbox"/> Masculino</p> <p>2 <input type="checkbox"/> Feminino</p>	<p>03 DADO</p> <p>A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T U V W X Y Z</p> <p>04 POSIÇÃO NO VEÍCULO</p> <p>A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T U V W X Y Z</p> <p>1 <input type="checkbox"/> À frente</p> <p>2 <input type="checkbox"/> À retaguarda</p> <p>3 <input type="checkbox"/> Desconhecido</p> <p>05 USO DE ACESSÓRIOS DE SEGURANÇA</p> <p>A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T U V W X Y Z</p> <p>1 <input type="checkbox"/> C/ capacete/cinto de segurança</p> <p>2 <input type="checkbox"/> C/ sistema retenção de cintos</p> <p>3 <input type="checkbox"/> C/ uso de capacete/cinto de segurança</p> <p>4 <input type="checkbox"/> C/ sistema retenção de cintos</p> <p>06 GRAU DE GRAVIDADE DAS LESÕES</p> <p>A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T U V W X Y Z</p> <p>1 <input type="checkbox"/> Morto</p> <p>2 <input type="checkbox"/> Ferido grave</p> <p>3 <input type="checkbox"/> Ferido leve</p> <p>F3 PRÉTIOS VÍTIMAS</p> <p>01 SEXO</p> <p>A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T U V W X Y Z</p> <p>1 <input type="checkbox"/> Masculino</p> <p>2 <input type="checkbox"/> Feminino</p> <p>02 DADO</p> <p>A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T U V W X Y Z</p> <p>03 CONDIÇÕES PSICO-FÍSICAS</p> <p>A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T U V W X Y Z</p> <p>1 <input type="checkbox"/> Sem condições</p> <p>2 <input type="checkbox"/> Com estado de saúde</p> <p>3 <input type="checkbox"/> Com estado de saúde</p> <p>4 <input type="checkbox"/> Com estado de saúde</p> <p>5 <input type="checkbox"/> Com estado de saúde</p> <p>04 AÇÕES</p> <p>A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T U V W X Y Z</p> <p>1 <input type="checkbox"/> Ação de retirar um veículo</p> <p>2 <input type="checkbox"/> Ação de retirar um veículo</p> <p>3 <input type="checkbox"/> Não de um obstáculo</p> <p>4 <input type="checkbox"/> Em plena faixa de rodagem</p> <p>5 <input type="checkbox"/> Em trânsito na via</p> <p>6 <input type="checkbox"/> Atravessando fora da passagem de pedões, a menos de 50 m de uma passagem</p> <p>7 <input type="checkbox"/> Atravessando fora da passagem de pedões a mais de 50 m de uma passagem ou quando não existe passagem</p> <p>8 <input type="checkbox"/> Atravessando em passagem sinalizada</p> <p>9 <input type="checkbox"/> Atravessando em passagem sinalizada com desvio da sinalização acústica</p> <p>10 <input type="checkbox"/> Em faixa de rodagem no rio</p> <p>11 <input type="checkbox"/> Transbordando pelo direito da faixa de rodagem</p> <p>12 <input type="checkbox"/> Transbordando pelo esquerdo da faixa de rodagem</p> <p>13 <input type="checkbox"/> Transbordando pelo berno ou passeio</p> <p>05 UTILIZAÇÃO DE MATERIAL REPERTE</p> <p>A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T U V W X Y Z</p> <p>1 <input type="checkbox"/> Sim</p> <p>2 <input type="checkbox"/> Não</p> <p>06 OBSERVAÇÃO DAS LESÕES</p> <p>A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T U V W X Y Z</p> <p>1 <input type="checkbox"/> Morto</p> <p>2 <input type="checkbox"/> Ferido grave</p> <p>3 <input type="checkbox"/> Ferido leve</p> <p>DADO <input type="text"/></p> <p>Número de boletim utilizado neste acidente <input type="text"/></p> <p>Nome <input type="text"/></p> <p>Profissão <input type="text"/></p>
---	---	---

Figura I.1. Boletim estatístico de acidente de viação (ANSR) (continuação)

ANEXO II – PARTICIPAÇÃO DE ACIDENTE DE VIAÇÃO (PAV)

DADOS DO ACIDENTE			
Comunicação:	H	ACIDENTE N.º	
Chegada:	H	HORA DOS TESTES: H	
Data:	- -	Hora Acidente:	H
Maturidade do Acidente:			
Consequências:			
		Tipo Piso:	
		Estado Conservação:	
		Condições Aderência:	
		Estado Tempo:	
LOCAL DO ACIDENTE			
		NPP:	/14
Rua			
VEÍCULO N.º 1			
MATRÍCULA:	ANO:		
Classe e Tipo	Marca	Modelo	Cor
Nº Chassis	Comp. Seguros		
Apólice Nº	Emitida	- -	Válida - -
Proprietário			
Residência:			
DANOS VISÍVEIS:			
CONDUTOR VEÍCULO N.º 1			
NOME:			
D.N.	- -	Tel:	Est. Civil:
Habilitações Literárias:		Profissão:	
Filiação -			
e de			
Natural: Freguesia-	Concelho-	Distrito-	
Residência:		C.P. - /	
BI/CC n.º	emitido por	em	- - válido até - -
C.C. n.º	emitida por	em	- - válido até - -
NIF n.º	Categoria: em / /		

Figura II.1. Dados do acidente (PSP)